

Revista del Museo de Historia Natural y Cultural

ARNALDOA

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

ISSN: 1815 - 8242
TRUJILLO
REPÚBLICA DEL PERÚ

22(1)
enero - junio
2015

ARNALDOA

Revista del Museo de Historia Natural y Cultural

ARNALDOA es una publicación de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, Perú, editada semestralmente por el Museo de Historia Natural. Es norma de la revista que los artículos que se publican sean juzgados previamente por árbitros que dictaminen sobre sus merecimientos.

ARNALDOA acepta manuscritos originales e inéditos en idioma español o inglés, que deben seguir los lincamientos establecidos en Instrucciones a los Autores, las que aparecen al final de cada volúmen. Se envía en canje con publicaciones similares en botánica, sistemática y evolución, ecología, diversidad biológica y cultural, o temas afines a la historia natural.

ARNALDOA se encuentra indizada en LATINDEX (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal); SciELO (Scientific Electronic Library Online), PERIODICA (Indice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias), EBSCO y BHL (Biodiversity Heritage Library)

Revista del Museo de Historia Natural y Cultural

ARNALDOA

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

El Museo de Historia Natural y Cultural, es la unidad que conserva, educa, investiga y difunde los conocimientos que generan sus colecciones científicas para impulsar la valoración y comprensión de la diversidad biológica y cultural de nuestro país, a favor del desarrollo de la comunidad.

ISSN : 1815-8242
TRUJILLO
REPÚBLICA DEL PERÚ

22 (1)
Enero - junio
2015

Toda correspondencia relacionada a la Revista **ARNALDOA** deberá ser dirigida a:

Revista ARNALDOA

Museo de Historia Natural y Cultural

Universidad Privada Antenor Orrego

Casilla Postal 1075

Trujillo - PERÚ Telef: (+051) 044 - 604462

museo@upao.edu.pe

Carátula: Fotografía de *Arnaldoa weberbaueri* (Asteraceae) Copyright: Segundo Leiva

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú: N° 2014-15257
ISSN: 1815 - 8242

Registro de la Propiedad Intelectual
Editado por:

Av. América Sur N°3145
Urb. Monserrate, Trujillo - Perú
Telef. (51) 44 - 604462

Impreso en:
Impresiones Gráfica G & M S.A.C.
Jr. San Martín N° 674
Trujillo, La Libertad
Impreso en Perú - Printed in Peru

Comité Editorial

pchunam@upao.edu.pe

Jorge Vidal Fernández

Departamento Académico de Ciencias, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, PERÚ. jvidalf@upao.edu.pe

Víctor Quipuscoa Silvestre

Herbario HUSA, Universidad Nacional de San Agustín, Av. Daniel A. Carrión s/n, La PampillaArequipa, PERÚ. vquipuscoas@hotmail.com

Hamilton Beltrán Santiago

Museo de Historia Natural Javier Prado, Av. Arenales 1256, Jesús María, Lima, Apartado 14-0434, Lima 14, PERU. wilmersantiago@hotmail.com

Mario Benavente Palacios

Museo de Historia Natural Javier Prado, Av. Arenales 1256, Jesús María, Lima, Apartado 14-0434, Lima 14, PERÚ. mjbenaventep@yahoo.com

Eloy López Medina

Departamento de Fisiologìa Vegetal, Universidad Nacional de Trujillo, Jr. San Martín 392, Trujillo, PERÚ, elm@unitru.edu.pe

Luis Chang Chávez

Museo de Historia Natural y Cultural, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, PERÚ. lchangc@upao.edu.pe

Guillermo Gayoso Bazán

Museo de Historia Natural y Cultural, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, PERÚ. ggayoso@upao.edu.pe

Revista del Museo de Historia Natural y Cultural

ARNALDOA

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Volumen 22 (1): enero - junio, 2015

CONTENIDO / CONTENTS

Pág. Artículo Originales

Arnaldoa 22 (1): 9 - 24, 2015 ISSN: 1815-8242

Deprea auccana y *Deprea physalidicalyx* (Solanaceae), dos nuevas especies del Noreste de Perú

Deprea auccana and *Deprea physalidicalyx* (Solanaceae), two new species from Northeastern Peru



Segundo Leiva González

Museo de Historia Natural, Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, Casilla Postal 1075, Trujillo, PERÚ.

segundo_leiva@hotmail.com/cleivag@upao.edu.pe

Gloria E. Barboza & Rocío Deanna

Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (UNC-CONICET), Casilla Postal 495, 5000, Córdoba, ARGENTINA.

gbarboza@imbiv.unc.edu.ar; rociodeanna@gmail.com

Resumen

Se describe e ilustra en detalle *Deprea auccana* S. Leiva, Barboza & Deanna y *D. physalidicalyx* S. Leiva, Barboza & Deanna (Solanaceae), dos nuevas especies del noreste de Perú. *Deprea auccana* es propia de la Reserva Privada Abra Patricia (ECOAN; ruta Pomacochas-Nueva Cajamarca, Distrito Yambrasbamba, Prov. Bongará, Dpto. Amazonas, Perú). Se caracteriza principalmente por la forma y tamaño de sus hojas, el número de flores por nudo, la longitud de los lóbulos calicinos, estambres homodínamos y los frutos erectos, con el cáliz fructífero acrescente y bipartido a la madurez. *Deprea physalidicalyx* S. Leiva, Barboza & Deanna habita en la Catarata de Aguashiyacu (ruta Tarapoto-Juanjuí, Prov. Tarapoto, Dpto. San Martín, Perú). Se caracteriza por los lóbulos de la corola lila intenso en la superficie central y cremoso en los bordes interiormente, estambres homodínamos, baya cremosa a la madurez y por el cáliz fruticoso muy acrescente e inflado que envuelve flojamente a la baya en toda su longitud, de 3,5-4 cm de largo por 2,3-2,7 cm de diámetro. Se incluyen datos sobre su distribución geográfica, ecología, fenología, estado de conservación y diferencias con especies afines.

Palabras clave: *Deprea*, Solanaceae, especies nuevas, noreste de Perú.

Abstract

Deprea auccana S. Leiva, Barboza & Deanna and *D. physalidicalyx* Leiva, Barboza & Deanna (Solanaceae) are described and illustrated. *Deprea auccana* inhabits Abra Patricia Private Reserve (ECOAN, Pomacochas-Nueva Cajamarca road, District Yambrasbamba, Prov. Bongará, Dept. Amazonas, Peru). This species is distinguished by the shape and size of its leaves, number of flowers per node, length of calyx lobes, homodynamous stamens, and its erect fruits with a fruiting accrescent calyx bipartite when mature. *Deprea physalidicalyx* S. Leiva, Barboza & Deanna inhabits in the Aguashiyacu waterfall (Tarapoto-Juanjuí road, Prov. Tarapoto, Dept. San Martín, Peru) and it is characterized by the corolla lobes deep purple on the middle and cream on the margins internally, homodynamous stamens, and the creamy berry when mature loosely enveloped by a fruiting calyx very accrescent and inflated, 3.5-4 cm long, 2.3-2.7 cm diameter. Data about geographic distribution, ecology, phenology, conservation assessment and differences with related species are included.

Keywords: *Deprea*, Solanaceae, new species, northeastern Peru.

Introducción

Deprea Raf. es un género neotropical con una larga historia de cambios nomenclaturales que incluyen transferencias y la reciente sinonimia de *Larnax* Miers bajo este nombre (Deanna *et al.*, 2015), resultado de estudios filogenéticos moleculares y taxonómicos (Carrizo García *et al*., enviado). Acorde a los últimos estudios moleculares de la familia (Olmstead *et al.*, 2008; Särkinen *et al.*, 2013), este género se ubica dentro de la tribu Physalideae pero su posición dentro de las subtribus continúa siendo incierta.

Las especies pertenecientes a *Deprea* habitan los bosques húmedos premontanos y montanos del oeste de Sudamérica, desde Costa Rica (*D. sylvarum* (Standl. & C. V. Morton) Hunz.; *Sawyer*, 2001) hasta Bolivia (Deanna *et al.*, 2014; Leiva *et al.*, 2013). En las últimas décadas, se han intensificado progresivamente las expediciones al interior del territorio peruano, lo que ha motivado la descripción de 25 nuevas especies endémicas de este país. En la actualidad, el género consta de 45 especies que destacan por su hábito plagiotrópico, inflorescencias axilares con 3-15 flores por nudo, cáliz con lóbulos diminutos a cortos, excepcionalmente largos y estrechamente triangulares, corolas infundibuliformes a estrelladas, petalostemos ampliados

gradualmente o abruptamente en su base, con o sin aurículas, anteras dorsifijas, generalmente exertas y mucronadas, ovario glabro y bayas carnosas que siempre están encerradas infladas o apretadamente por el cáliz fruticoso acrescente (Deanna *et al.*, 2015).

A raíz de estar preparándose la revisión del género y ante nuevos viajes de campo efectuados en los últimos años, se han encontrado poblaciones de dos especies de *Deprea*, que nos llamó la atención por sus particularidades referidas al número de flores por nudo, indumento del cáliz y corola, características de sus frutos y acrescencia del cáliz fruticoso. Numerosas diferencias morfológicas que las distinguen del resto de las especies descriptas hasta ahora, motivan su descripción como nuevas y constituyen el principal aporte y objetivo de este trabajo.

Material y métodos

El material estudiado corresponde a recolecciones efectuadas desde el año 1903 hasta la actualidad, ya sea proveniente de las diversas expediciones de nuestro grupo al territorio peruano o de viajes de colección realizados por otros botánicos. Las recolecciones se encuentran registradas principalmente en los Herbarios: CORD, F, HAO, HUT, NY, USM. Se fijó y conservó material en líquido (alcohol etílico al 70% o FAA) para un análisis y descripción detallada de los órganos vegetativos y reproductivos. Se presentan las descripciones basadas en caracteres exomorfológicos, fotografías, ilustraciones de caracteres diagnósticos, discusión con la especie más similar, fenología, distribución geográfica y estado de conservación (según IUCN, 2012). Para la confección del mapa de distribución (Fig. 5), se empleó el software DIVA-GIS (Hijmans *et al.*, 2012). Los acrónimos de los Herbarios son citados según Thiers (2013).

Resultados y discusión

1. ***Deprea auccana*** S. Leiva, Barboza & Deanna sp. nov. (Fig. 1-2)

TIPO: PERÚ. **Dpto. Amazonas,** Prov. Bongará, Distrito Yambrasbamba, Puente del Río Nieva, Reserva Privada Abra-Patricia (ECOAN), km 370-371, 5º41’01,4”S 77º45’47,5”W, 2032 m, 12-XII-2013, *S. Leiva, M. Zapata & M. Leiva 5571* (Holótipo: HAO; Isótipos: CORD, HAO, HUT).

Deprea auccana differs from *D. lutea* in its leaves narrowly elliptic (vs. leaves widely elliptic in *D. lutea*), flowers solitary or paired (vs. fascicles 3-5-flowered with a peduncle), and in its homodynamous stamens (vs. heterodynamous stamens in *D. lutea*). Besides, *D. auccana* differs from *D. sawyeriana* mainly in its narrower leaves (0,7–2 mm vs. 2–2,9 mm wide), lack of floral peduncle (vs. inflorescences with peduncle), and in the homodynamous stamens (vs. heterodynamous stamens in *D. sawyeriana*).

Hierba (0,2-) 0,5-1 m de alto; ramificada. **Tallos** rollizos, compactos; tallos viejos purpúreos o purpúreo-verdosos, rodeados por lenticelas blanco-cremosas, glabros, sin agrietamientos longitudinales, 7-8 mm de diámetro en la base; tallos jóvenes a veces ligeramente 5-angulosos, lustroso-brillantes, morado intenso a veces verdes, sin lenticelas, glabrescentes, con pocos tricomas cortos glandulares. **Hojas** alternas; pecíolos semirrollizos, purpúreos, a veces ligeramente verdosos, glabrescentes, (6-) 10-28 mm de longitud; láminas enteras, ligeramente plegadas y falcadas, estrechamente elípticas, acuminadas en el ápice, atenuadas en la base, membranáceas, a veces ligeramente suculentas, verde-oscuras y ligeramente abolladas en la superficie adaxial, verde-claras y retinervadas en la

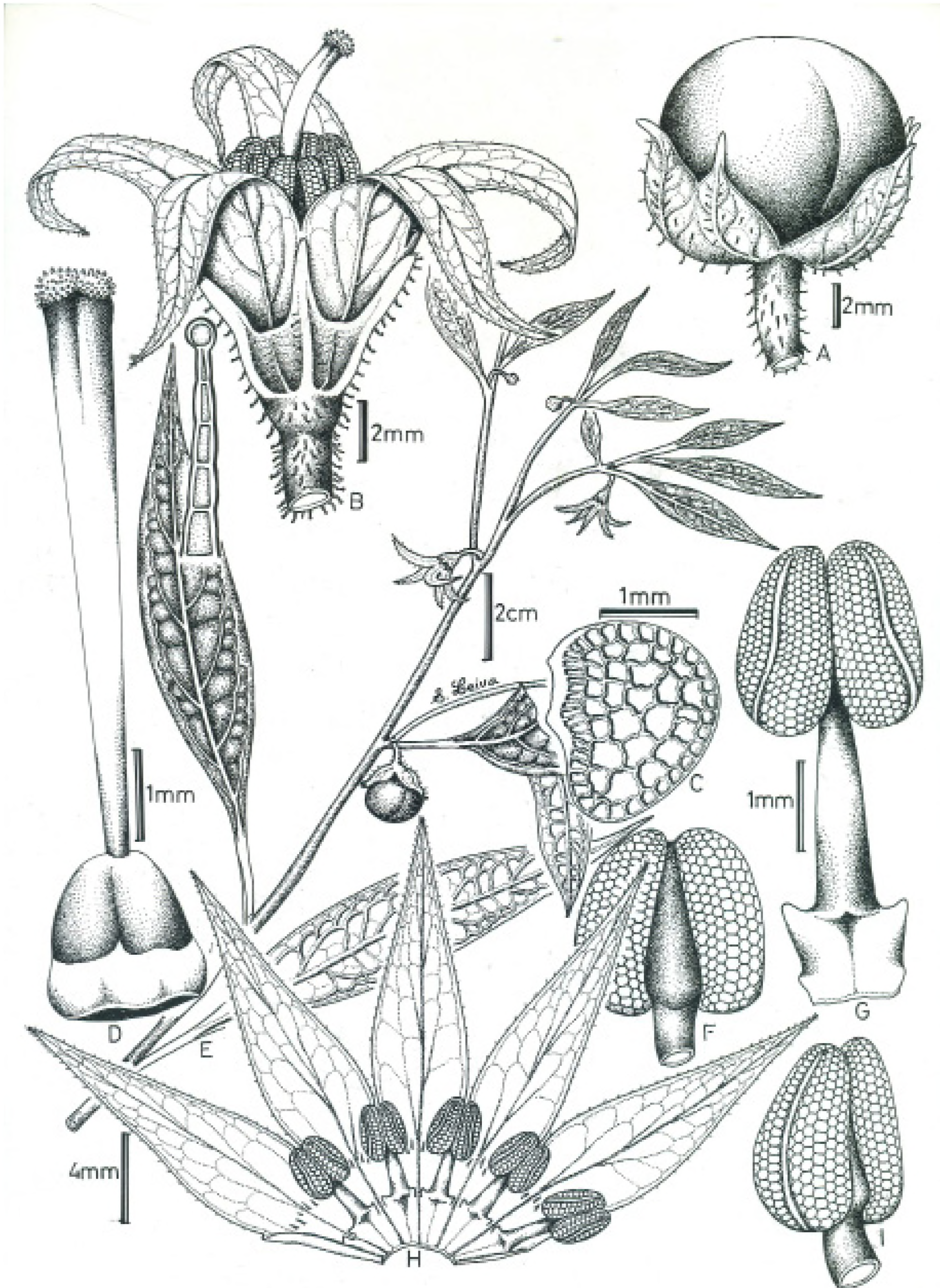


Fig. 1. ***Deprea auccana*** S. Leiva, Barboza & Deanna. A. Fruto; B. Flor en antésis; C. Semilla; D. Gineceo; E. Rama florífera; F. Antera en vista dorsal; G. Estambre en vista ventral; H. Corola desplegada; I. Antera en vista lateral (Dibujado de S. Leiva, M. Zapata & M. Leiva 5566, CORD, HAO).

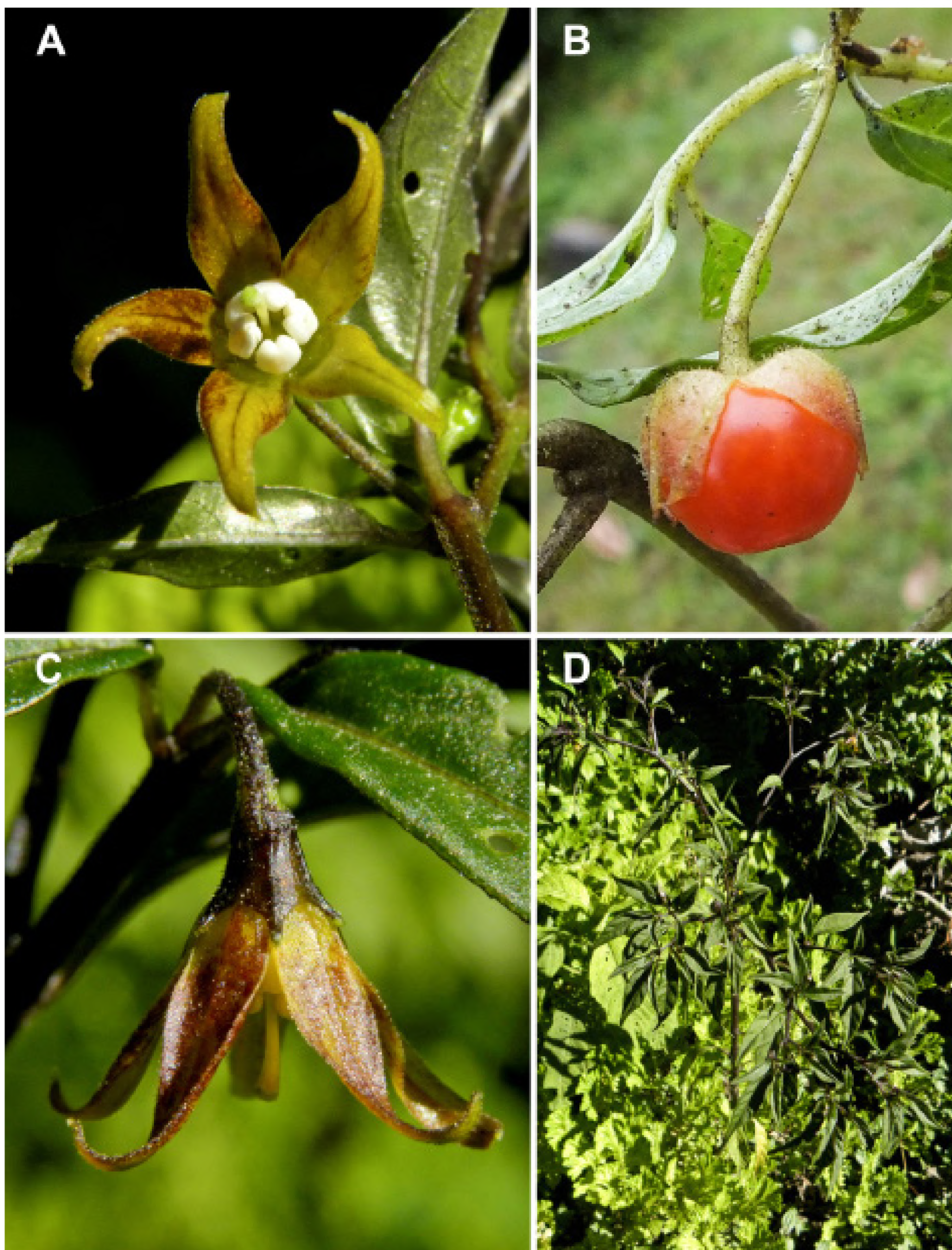


Fig. 2. ***Deprea auccana*** S. Leiva, Barboza & Deanna. A. Flor en antesis; B. Fruto; C. Flor en vista lateral; D. Hábito. (A, C, D: R. Deanna & S. Leiva 44, CORD; B: S. Leiva & G. E. Barboza 5646, CORD, HAO).

superficie abaxial, lustrosas y glabrescentes en ambas superficies, con tricomas cortos glandulares, 3,8-11,4 cm de largo, 0,7-2 (-3) cm de ancho. **Flores** (1-) 2 por nudo, no sincronizadas; pedicelo filiforme ampliándose ligeramente hacia el área distal, lila oscuro o morado intenso, algunas veces verde la superficie abaxial, geniculado, pubescente rodeado por una densa cobertura de pelos simples transparentes glandulares y eglandulares, (10-) 20-29 mm de longitud. Cáliz campanulado, morado intenso o verde externamente, lila claro o lilacino interiormente, pubescente, con pelos glandulares largos y cortos externamente, glabro interiormente, suculento, sobresalientes las nervaduras principales, 4,2-7 mm de diámetro del limbo en antesis; lóbulos desiguales, angostamente triangulares, lila intenso externamente, verdoso interiormente, erectos, 0,5-3 mm de largo por 0,4-0,6 mm de ancho; tubo 1,5-2 mm de largo por 3,2-4,8 mm de diámetro. Corola levemente campanulada antes de la antesis, estrellada en antesis, 15-20 mm de diámetro, suculenta, amarillo intenso externa e internamente, algunas veces con máculas marrón-rojizas; tubo glabro en ambas superficies, 3,5-4,2 mm de largo, (4,5-) 6,5-7,2 mm de diámetro; lóbulos estrechamente triangulares, levemente reflexos, glabrescentes externamente, con sólo algunos pelos cortos simples glandulares, glabros interiormente, ápices y márgenes ciliados con pelos simples eglandulares, 8,3-13 mm de largo por 2,6-4 mm de ancho; con un anillo de pelos simples transparentes eglandulares interiormente en el borde superior del tubo corolino. Estambres 5, levemente exertos, insertos a 0,3-1 mm del borde basal interno del tubo corolino; filamentos estaminales homodínamos; área libre de los filamentos filiformes ampliándose ligeramente hacia la base, amarillo-verdosos, glabros, 1,8-2,2 mm de longitud; petalostemos amarillentos, glabros que terminan en dos aurículas poco notorias; anteras elipsoidales, blancas, sin mucrón apical, 1,9-2,2 mm de largo por 1,4-1,6 mm de ancho. Ovario subgloboso a piriforme, verde-amarillento, disco nectarífero amarillento poco notorio que ocupa el 30-40 % de su longitud basal, 5-anguloso, 1,5-1,8 mm de largo por 1,3-1,5 mm de diámetro; estilo exerto, filiforme ampliándose hacia el área distal, verde-amarillento, glabro, 5,2-6,1 mm de longitud; estigma clavado, subbilobado, verde-oscuro, papiloso, 0,3-0,5 mm de longitud, 0,5-0,8 mm de diámetro. **Baya** erecta, subglobosa, achatada por los polos, rojo intenso a la madurez, glabra, lustrosa, 10-13 mm de largo por 11-14 mm de diámetro; cáliz fruticoso persistente, acrescente, rodeando apretadamente a la baya cuando inmaduro, bipartido y completamente abierto cuando maduro, transparente, sobresalientes las nervaduras principales. **Semillas** 45-55 por baya, reniformes, coriáceas, parduscas, glabras, 2,1-2,2 mm de largo por 2-2,1 mm de diámetro.

Material adicional examinado

PERÚ: **Dpto. Amazonas**, Prov. Bongará, Distrito Yambrasbamba, Reserva Privada Abra Patricia (ECOAN), Cerca Puente Río Nieva Puente del Río Nieva, km 370-371, 5º41′01,4″ S y 77º45′47,5″ W, 2032 m, 21-VII-2012, *S. Leiva & R. Deanna 5351* (HAO!); Cerca al Puente Sin Nombre, km 365,5-366, Carretera Fernando Belaunde Terry (ruta Pomacochas-Nueva Cajamarca), 5º41´56,4″S y 77º48´20,3″W, 2013 m, 12-XII-2013, *S. Leiva, M. Zapata & M. Leiva 5566* (CORD, HAO!, HUT); km 384 carretera Nueva Cajamarca-Pomacochas (Florida), borde de camino y Puente de Río Nieva, 2086 m, 05°41′05′′S y 78°46′55′′W, 17-I-2013, *R. Deanna & S. Leiva*

83 (CORD 00044145!); km 384 carretera Nueva Cajamarca-Pomacochas (Florida), borde de camino y Puente de Río Nieva, 2086 m, 05°41′05′′S y 78°46′55′′W, 21-VII-2012, *R. Deanna & S. Leiva 44* (CORD 00044143!) *& 45* (CORD 00044147!); Carretera hacia Fernando Belaunde Terry, 2152 m, 05°41′47′′S 77°47′51′′W, 25-IV-2014, *S. Leiva & G. E. Barboza 5646* (CORD 00044146!, HAO!).

Deprea auccana se distingue de las restantes especies del género por su hábito herbáceo y la combinación de hojas angostamente elípticas, flores generalmente en pares, lóbulos calicinos desiguales hasta de 3 mm de longitud y por el llamativo cáliz fruticoso bipartido y abierto a la madurez, característica únicamente compartida con dos especies del género que se comparan a continuación.

Deprea auccana es semejante a *D. lutea* S. Leiva (Leiva, 1996; Deanna *et al.,* 2014) propia del Distrito Querocoto (Prov. Chota, Dpto. Cajamarca, Perú), y a *D. sawyeriana* S. Leiva, E. Rodr. & J. Campos (Leiva *et al.*, 1998b; Deanna *et al.*, 2014), endémica de los alrededores del Caserío La Bermeja (Dist. Tabaconas, Prov. San Ignacio, Dpto. Cajamarca, Perú). Estas tres especies comparten sus flores con pedicelos geniculados, cáliz con lóbulos largos y desiguales (0,5-4,1 mm largo), corola estrellada amarilla intensa externa e internamente, glabrescente por fuera, y con un anillo de pelos simples eglandulares por dentro, lóbulos levemente reflexos, anteras sin mucrón apical y bayas erectas anaranjado-rojizas o rojas a la madurez con un cáliz fruticoso acrescente adpreso cuando inmaduro, pero bipartido y completa o parcialmente abierto a la madurez. Sin embargo, *L. auccana* tiene diversas características vegetativas y reproductivas que las separa de sus especies afines (ver Tabla 1).

Tabla 1. Diferencias exomorfológicas entre *D. auccana, D. lutea* y *D. sawyeriana*.

Carácter	*Deprea auccana*	*Deprea lutea*	*Deprea sawyeriana*
Forma de hojas	angostamente elípticas	ampliamente elípticas	angostamente elípticas
Tamaño de hojas	3,8-11,4 cm largo, 0,7-2 (-3) cm ancho	5,4-9,9 cm largo, 1,8-4,4 cm ancho	8,7-11 cm largo, 2-2,9 cm ancho
Cantidad de flores por nudo	(1-) 2 flores	4-5 flores	(1-) 2-4 flores
Presencia de pedúnculos florales	No	Sí	Sí
Estambres	Homodínamos	Heterodínamos	Heterodínamos

Distribución y ecología: Es una especie con distribución limitada y hasta la actualidad, aparentemente endémica de la zona de recolección, en donde es relativamente abundante. A pesar de haberse efectuado recolecciones en áreas aledañas, solamente ha sido encontrada en la Reserva Privada Abra Patricia (ECOAN) entre los Km 365,5-371, carretera Fernando Belaunde Terry, entre los 2013-2032 m de elevación y 5º 41′ 56,4″-5º 41′05,3″S y 77º 48′ 20,3″-77º 45´47,5″ W (ruta Pomacochas-Nueva Cajamarca, Distrito Yambrasbamba, Prov. Bongará, Dpto. Amazonas, Perú). Esta especie es un integrante de la vegetación arbustiva, al borde de carreteras, riachuelos, en áreas húmedas, prefiriendo suelos arcillosos, tierras negras, y vive asociada

con plantas de los géneros: *Dillandia* Funk & H. Robinson, *Bidens* L., *Philoglossa* DC. (Asteraceae), *Calceolaria* L. (Calceolariaceae), *Centropogon* C. Presl (Campanulaceae), *Fuchsia* L. (Onagraceae), *Oxalis* L. (Oxalidaceae), *Begonia* L. (Begoniaceae), *Capsicum* L., *Solanum* L. (Solanaceae), *Weinmannia* L. (Cunoniaceae), *Coriaria* L. (Coriariaceae), *Psammisia* Klotzsch. (Ericaceae), entre otros.

Fenología: Es una especie perenne, que brota con las primeras lluvias de noviembre o diciembre, para luego florecer y fructificar desde el mes de febrero hasta el mes de abril o mayo. Pero, por habitar en zonas de alta humedad algunos individuos pueden florecer y fructificar en los últimos meses del año.

Estado actual: Utilizando los criterios de IUCN (IUCN, 2012), *D. auccana* es considerada en Peligro Crítico (CR). La extensión de presencia es de un radio menor a 100 km^2 alrededor de la Reserva Privada Abra Patricia (ECOAN), siendo ésta la única localidad donde se ha recolectado (Criterio B1a). Asimismo, se han encontrado menos de 50 individuos maduros en la población (Criterio D), siendo influenciada directamente por la carretera que interrumpe su distribución (Criterio B1b(iii)). Sin embargo, no se ha evaluado si existe una declinación del rango de distribución y del área de ocupación, siendo necesario un estudio en profundidad de la ecología, estructura poblacional y distribución de esta especie, para esclarecer su estado de conservación.

Etimología: Es un honor dedicar esta especie al Biól. Prof. Constantino Aucca Chutas, cuzqueño Investigador y Conservador distinguido de la Diversidad Biológica y Cultural, de La Reserva Privada Abra Patricia, por sus frecuentes estudios en diversidad faunística en estas áreas geográficas con muchísimas especies, como lo demuestran sus publicaciones al respecto. Asimismo, es el Director General de ECOAN (Asociación Ecosistemas Andinos), organización cuya misión es proteger y conservar especies en vía de extinción. Finalmente, también dedicamos esta especie a su nombre por su constante apoyo a los científicos peruanos y extranjeros, o ciudadanos que visitan estas regiones.

Usos: Las bayas rojas a la madurez, probablemente son consumidas por los pobladores, especialmente los niños, como frutas frescas.

2. ***Deprea physalidicalyx*** S. Leiva, Barboza & Deanna sp. nov. (Fig. 3-4)

TIPO: PERÚ. **Dpto. San Martín,** Prov. Moyobamba, carretera Tarapoto hacia Bella Vista, ca. Km 15-17, en los alrededores de la catarata Aguashiyacu, 350 m, 23-IV-2014, *S. Leiva & G. Barboza 5645* (Holótipo: HAO; Isótipos: CORD 00044144, HAO).

Deprea physalidicalyx differs from *D. dilloniana* in being a lower shrub (0,5–1,5 m tall vs. 0,7–3 m tall in *D. dilloniana*), in having a bigger corolla (8–14 mm vs. 6–9 mm diameter in anthesis), homodynamous stamens (vs. heterodynamous stamens), and a bigger fruiting calyx very loosely enveloping the berry (35–40 mm long, 23–27 mm diameter vs. 14–20 mm long, 12–15 mm diameter in *D. dilloniana*).

Arbusto (0,50-) 0,80-1,5 m de alto; ampliamente ramificado. **Tallos** rollizos, compactos; tallos viejos marrones a veces verdes, con lenticelas blanco-cremosas, glabrescentes con algunos pelos simples eglandulares dispersos, sin agrietamientos longitudinales, 8-10 mm de diámetro en el área basal; tallos jóvenes a veces 4-costados, verdes, sin lenticelas, pubescentes, con

pelos simples transparentes eglandulares y algunos pelos transparentes cortos glandulares. **Hojas** alternas; pecíolo rollizo a veces con un angosto canal longitudinal en la superficie adaxial, verde, glabrescente con algunos pelos simples eglandulares transparentes cortísimos dispersos, 1-2,1 cm de longitud; lámina entera a veces ligeramente repanda en el borde, ampliamente elíptica (a veces una pequeña hojuela lateralmente), agudo a veces ligeramente acuminado el ápice, cuneada a veces ligeramente oblicua o asimétrica la base, membranácea a veces ligeramente suculenta, verde oscuro, abollada o escabrosa la superficie adaxial, verde claro, retinervada la superficie abaxial, glabrescente rodeada por algunos pelos simples eglandulares transparentes en ambas superficies, 8,7-12,5 cm de largo por 4-7,2 cm de ancho. **Flores** 3-5 por nudo, no sincronizadas; pedicelo filiforme ampliándose ligeramente hacia el área distal, verde, suculento, pubescente rodeado por una densa cobertura de pelos glandulares transparentes, curvado a veces péndulo, 4-6 mm de longitud. Cáliz campanulado, verde el área basal disminuyendo hacia el área distal, verde oscuro las nervaduras principales externamente, amarillo-verdoso interiormente, piloso rodeado por una cobertura de pelos glandulares transparentes externamente, glabro interiormente, suculento, sobresalientes las nervaduras principales, 3-3,4 mm de diámetro del limbo en la antesis; lóbulos triangulares, agudos, erectos, papilosos y con pelos cortos glandulares en el ápice, 0,4-0,6 mm de largo por (0,9-) 1,2-1,4 mm de ancho; tubo 1,6-2,2 mm de largo por 2,4-3,1 mm de diámetro. Corola levemente campanulada antes de la antesis, estrellada en antesis, (8-) 12-14 mm de diámetro, suculenta; tubo verde-cremoso externamente, cremoso internamente, glabro por fuera y por dentro, (3-) 4-4,4 mm de largo por 4-5,2 mm de diámetro; lóbulos triangulares, ligeramente reflexos apicalmente, cremoso-lilacinos y opacos externamente, lila intenso con los bordes cremoso-verdosos y lustrosos interiormente, márgenes ciliados, glabrescentes externamente, con pelos simples transparentes glandulares y eglandulares, glabros internamente, (5-) 6-7 mm de largo por 3,4-3,6 mm de ancho. Estambres 5, ligeramente exertos, insertos a 0,2-0,3 mm del borde basal interno del tubo corolino; filamentos estaminales homodínamos, verdes, glabros, 0,7-0,9 mm de longitud; petalostemos verde-cremosos, glabros que terminan en dos aurículas triangulares poco notorias; anteras elipsoidales, blanco-cremosas, con un largo mucrón apical, 1,7-1,8 mm de largo por 1,1-1,2 mm de diámetro. Ovario piriforme a veces ligeramente ovado, cremoso-verdoso, disco nectarífero amarillento poco notorio que ocupa el 30-40% de la longitud basal del ovario, 5-anguloso, 1,2-1,4 mm de largo por 1-1,2 mm de diámetro; estilo exerto, filiforme, ampliándose hacia el área distal, blanco-cremoso, glabro, 5-5,4 mm de longitud; estigma clavado, bilobado, amarillo-verdoso, 0,6-0,8 mm de diámetro. **Baya** péndula, ovada a veces ligeramente globosa achatada por los polos, cremosa a la madurez, glabrescente rodeada por algunos pelos simples transparentes eglandulares que ocupan el ¼ basal disminuyendo hacia el área distal, 8-10,3 mm de largo por 10,5-11,5 mm de diámetro. Cáliz fruticoso persistente, acrescente, inflado que envuelve flojamente a la baya en toda su longitud, verde claro, abruptamente sobresalientes las nervaduras principales y se abre en 5 dientes iguales en el área distal, 3,5-4 cm de largo por 2,3-2,7 cm de diámetro. **Semillas** 50-55 por baya, reniformes, blandas, parduzcas, glabras, 3,5-

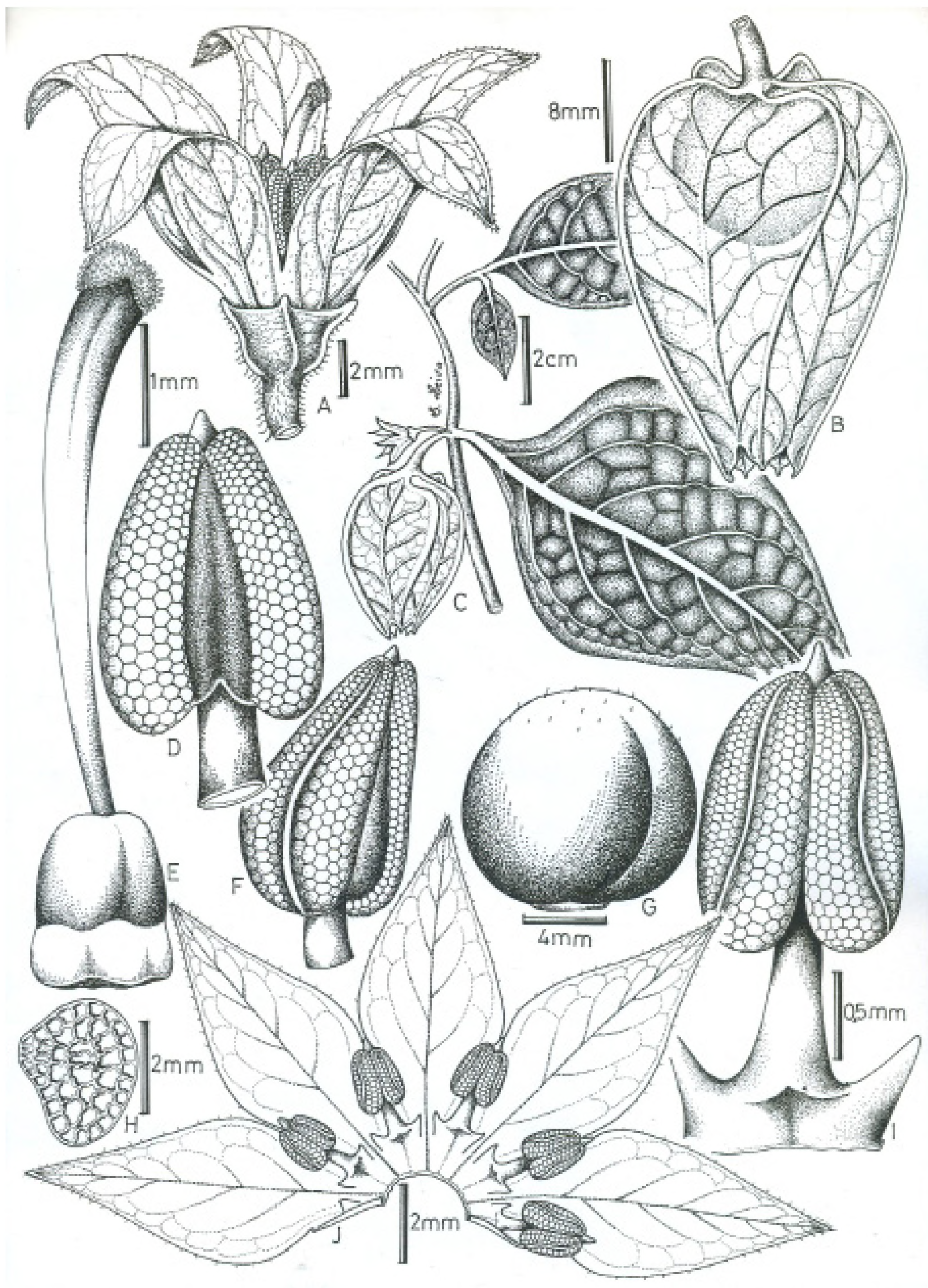


Fig. 3. ***Deprea physalidicalyx*** S. Leiva, Barboza & Deanna. A. Flor en antésis; B. Fruto; C. Rama florífera; D. Antera en vista dorsal; E. Gineceo; F. Antera en vista lateral; G. Baya; H. Semilla; I. Estambre en vista ventral; J. Corola desplegada. (Dibujado de S. Leiva & G. Barboza 5645, CORD, HAO).

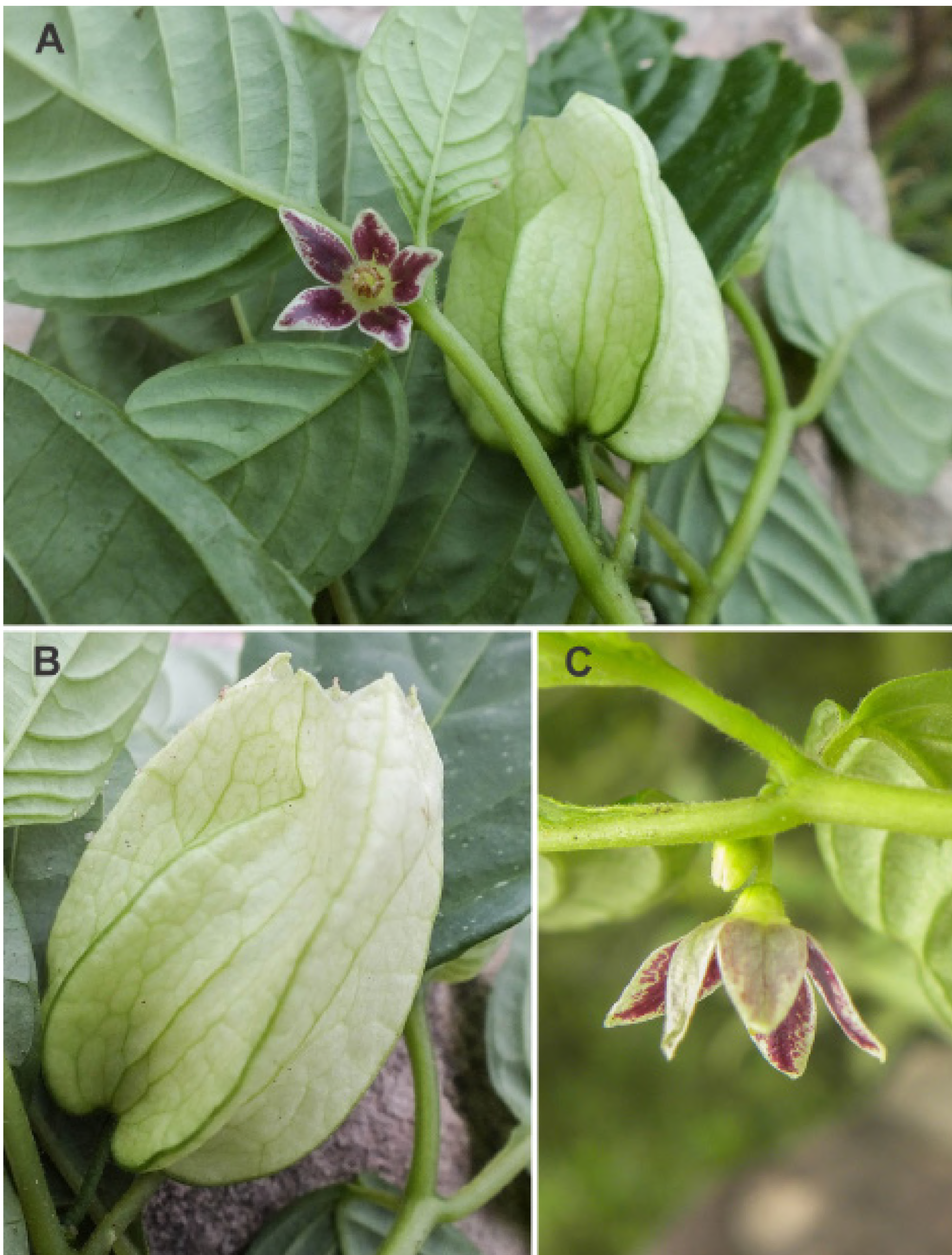


Fig. 4. ***Deprea physalidicalyx***. A. Hojas, flor y fruto; B. Cáliz fruticoso acrescente; C. Flor en vista lateral. (A-C: S. Leiva & G. Barboza 5645, CORD, HAO).

4 mm de largo por 2,8-3 mm de diámetro.

Material adicional examinado

PERÚ: **Dpto. Loreto,** Cerro La Escalera, 1200 m, I-1903, *Ule 6803* (G!). **Dpto. San Martín,** Prov. San Martín, Distrito San Martín, Catarata Aguashiyacu (ruta Tarapoto-Juanjuí), 880 m, 15-XII-2007, *S. Leiva, E. Tepe & M. Zapata 4240* (CORD, HAO!); Trail to television antenna, Cerro de la Escalera, km 17,5 of Tarapoto-Yurimaguas road (2,5 km N of Cataratas de Aguashiyacu), premontane rain-forest, ca. 1200 m, 06°27'S y 76°21'W, 24-I-1987, *Knapp & Mallet 8559* (CORD 00044161!, F!, NY!); Km 28 of Tarapoto to Yurimaguas road, tropical moist forest, 650 m, 06°25'S 76°15'W, 20-VI-1984, *Knapp & Mallet 6525* (USM 769979!, NY!); Cataratas de Aguashiyacu, km 15 of Tarapoto-Yurimaguas road, premontane rainforest, 700 m, 06°28'S 76°21'W, 29-VII-1986, *Knapp 7856* (NY!).

D. physalidicalyx se destaca por poseer el cáliz fruticoso más inflado y de mayor tamaño (35-40 mm largo, 23-27 mm diámetro) que todas las especies del género. La combinación de coloración de la corola, indumento y particularidades del androceo también aportan caracteres que la diferencian de otras especies.

D. physalidicalyx es semejante a *D. dilloniana* S. Leiva, Quip. & N. W. Sawyer (Leiva *et al.,* 1998a; Deanna *et al.,* 2014), endémica del Bosque de Protección Alto Mayo (Prov. Rioja, Depto. San Martín, Perú) porque ambas tienen hojas glabrescentes en ambas superficies, 3-6 flores por nudo, corola estrellada de igual coloración y pubescencia, anteras mucronadas y una baya de tamaño similar (8-10,3 mm de largo por 7-11,5 mm de diámetro). Sin embargo, *D. physalidicalyx* se diferencia por ser un arbusto de menor altura (0,5-1,5 m alto) y poseer corola de mayor tamaño (8-14 mm de diámetro en antésis), estambres homodínamos y cáliz fruticoso muy acrescente de mayor tamaño (35-40 mm largo, 23-27 mm diámetro), mientras que *D. dilloniana* es un arbusto más alto (0,7-3 m alto) y posee corola más pequeña (6-9 mm diámetro en antésis), estambres heterodínamos y cáliz fruticoso de menor tamaño (14-20 mm largo, 12-15 mm diámetro).

Distribución y ecología: Es una especie con distribución limitada y hasta la actualidad, aparentemente endémica a la zona de recolección, en donde es relativamente abundante. A pesar de haberse efectuado colecciones en áreas aledañas, solamente ha sido encontrada en los alrededores de la Catarata Aguashiyacu y Cerro Escaleras (carretera Tarapoto-Juanjuí, Distrito Tarapoto, Prov, Tarapoto, Dpto. San Martín, Perú), alrededor de los 650-1200 m de elevación, como un integrante de la vegetación del bosque primario, al borde del río y trocha, en áreas húmedas; prefiere suelos arcillosos, tierras negras con abundante humus, y vive asociada con plantas de los géneros: *Anthurium* Schott. (Araceae), *Witheringia* L'Hérit., *Solanum* L. (Solanaceae), *Persea* Mill. (Lauraceae), *Annona* L. (Annonaceae), *Cedrela* P. Browne, *Piper* L. (Piperaceae), entre otros.

Fenología: Es una especie perenne, que brota con las primeras lluvias de octubre o noviembre, para luego florecer y fructificar desde el mes de diciembre hasta el mes de abril o mayo. Al igual que la especie anterior, habita en zonas de alta humedad por lo que algunos individuos pueden florecer y fructificar a mediados de año.

Estado actual: Utilizando los criterios de IUCN (IUCN, 2012), *D. physalidicalyx* es considerada en Peligro (EN). La extensión de presencia es de un radio

menor a 100 km^2 alrededor de la Catarata Aguashiyacu (probablemente también en el Cerro Escaleras), siendo ésta la única localidad donde se ha recolectado (Criterio B1a). Asimismo, se han encontrado menos de 250 individuos maduros en la población (Criterio D), siendo influenciada directamente por las personas que visitan la cascada (Criterio B1b(iii)). Sin embargo, es necesario evaluar la ecología, estructura poblacional y distribución de esta especie para inferir si existe declinación del rango de distribución y del área de ocupación.

Etimología: El epíteto específico hace alusión al cáliz fruticoso de gran tamaño similar al que presentan las especies del género *Physalis* L.

Agradecimientos

Nuestra gratitud a las autoridades de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, Perú, por su constante apoyo y facilidades para la realización de las expediciones botánicas; específicamente por el financiamiento a través del fondo concursable que promueve la oficina del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad (UPAO). De igual manera, deseamos expresar nuestra gratitud a la Institución ECOAN (Asociación Ecosistemas Andinos) en la persona de su Director Ejecutivo el Biól. Prof. Constantino Aucca Chutas por su loable labor al dirigir exitosamente esta Asociación; asimismo, por su gran interés, esfuerzo y apoyo que brinda a la investigación científica especialmente de la Diversidad Biológica, evitando de esa forma su extinción. Nuestra gratitud a SECyT, CONICET y MINCyT (Argentina) y CONCYTEC (Perú), ya que gracias a su financiamiento ha sido posible concluir este trabajo. R. Deanna agradece especialmente a FONCyT y CONICET por las becas concedidas para realizar un doctorado.

Literatura citada

Deanna, R.; S. Leiva & G. Barboza. 2014. Four new species and eighteen leptotypifications of *Larnax* from Ecuador and Peru and a new synonym of *Deprea orinocensis* (Solanaceae: Solanoideae, Physalideae). Phytotaxa 167 (1): 001-034.

Deanna, R.; S. Leiva & G. Barboza. 2015. Changes in the circumscription of *Deprea* (Physalideae, Solanaceae): thirty two new combinations. PhytoKeys 46: 73-87.

Hijmans, R. J.; L. Guarino & P. Mathur. 2012. DIVA-GIS, version 7.5. A geographic information system for the analysis of biodiversity data. Disponible en http://www.diva-gis.org/download (accedido el 14 de Mayo de 2014).

Hunziker, A. 1977. Estudios sobre Solanaceae. VIII. Novedades varias sobre Tribus, Géneros. Secciones y especies de Sud América. Kurtziana 10: 7-50.

IUCN. 2012. The IUCN Red List of threatened species, version 2012.1. IUCN Red List Unit, Cambridge, UK, Available from: http://www.iucnredlist.org/ (accedido: 20 mayo 2014).

Leiva, S. 1996. Dos nuevas especies de *Larnax* (Solanaceae: Solaneae) del Norte del Perú. Arnaldoa 4 (1): 15-22.

Leiva, S.; V. Quipuscoa & N. W. Sawyer. 1998a. Nuevas especies andinas de *Larnax* (Solanaceae) de Ecuador y Perú. Arnaldoa 5 (1): 83-92.

Leiva, S.; E. F. Rodríguez & J. Campos . 1998b. Cinco nuevas especies de *Larnax* (Solanaceae: Solaneae) de los bosques montanos del norte de Perú. Arnaldoa 5 (2): 193-210.

Leiva, S.; E. Pereyra & G. Barboza. 2008. *Larnax altomayoense* y *Larnax chotanae* (Solanaceae) dos nuevas especies de los bosques montanos del Norte del Perú. Arnaldoa 15 (2): 197-209.

Leiva, S.; R. Deanna; G. E. Barboza & M. Cueva. 2013. Sobre la presencia del género *Larnax* (Solanaceae) en Bolivia. Arnaldoa 20 (2): 291-300.

Miers, J. 1849. Contributions to the botany of South America Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 2(4): 37-49.

Olmstead. R.; L. Bohs; H. A. Migid; E. Santiago-Valentín; V. F. García & S. M. Collier. 2008. A molecular phylogeny of the Solanaceae. Taxon 57 (4): 1159-1181.

Särkinen, T.; L. Bohs; R. G. Olmstead & S. Knapp. 2013. A phylogenetic framework study of the nightshades (Solanaceae): a dated 1000-tip tree. BMC Evolutionary Biology 13: 214. http://dx.doi.org/10.1186/1471-2148-13-214

Sawyer, N. W. 2001. New Species and Combinations in *Larnax* (Solanaceae). Novon 11 (4): 460-471.

Thiers, B. [continuamente actualizada]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. http://sweetgum.nybg.org/ih/ (accedido en mayo de 2014).

ANEXO

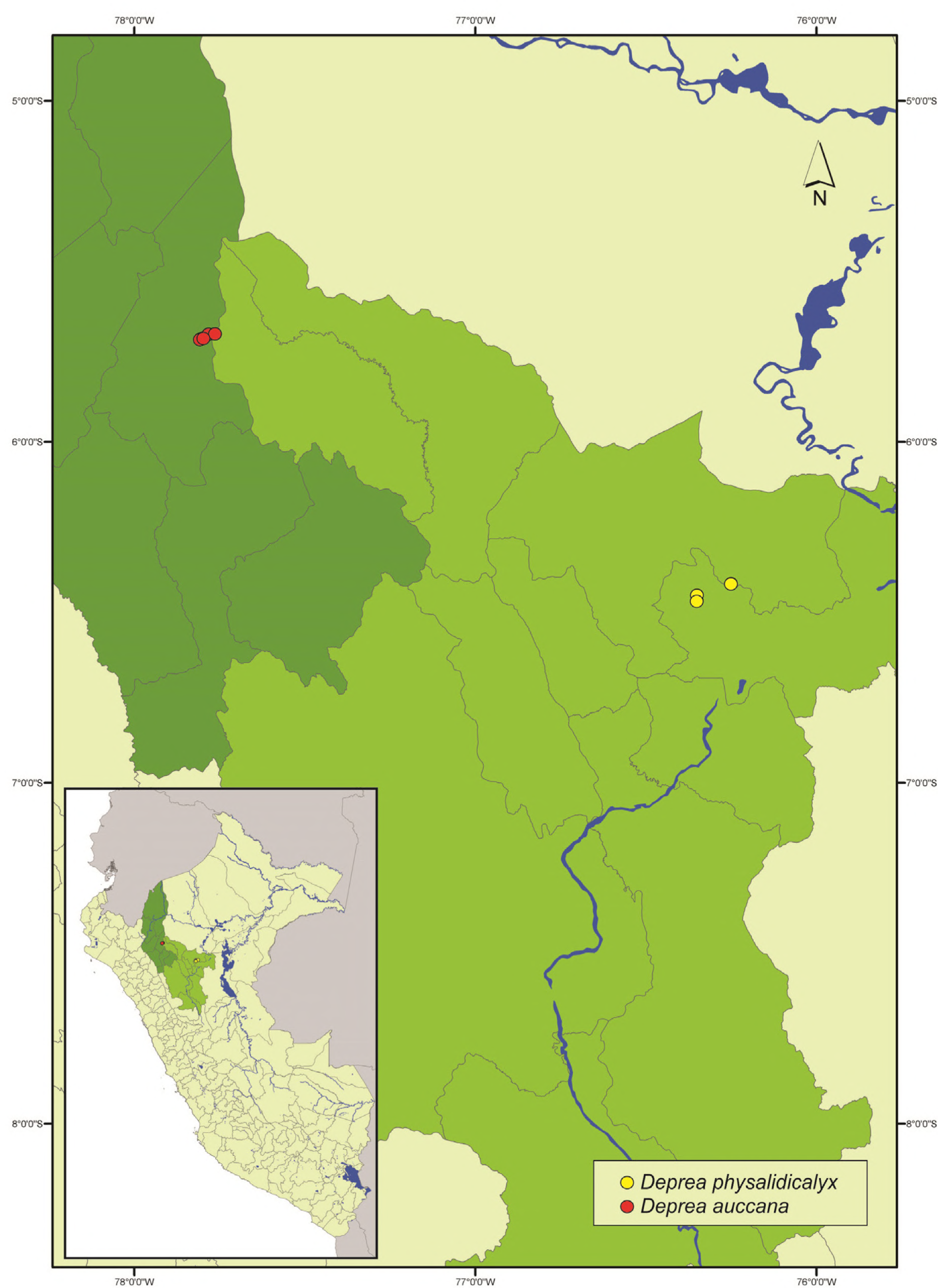


Fig. 5. Mapa de distribución geográfica de *D. auccana* y *D. physalidicalyx*.

Arnaldoa 22 (1): 25 - 34, 2015 ISSN: 1815-8242

Jaltomata glomeruliflora (Solanaceae) una nueva especie del Norte de Perú

Jaltomata glomeruliflora (Solanaceae) a new species from Northern Peru



Segundo Leiva González
Museo de Historia Natural, Universidad Privada Antenor Orrego, Casilla Postal 1075, Trujillo, PERÚ.
segundo_leiva@hotmail.com/gleivag@upao.edu.pe
Thomas Mione
Biology Department, Central Connecticut State University, New Britain. Connecticut 06050-4010, U.S.A.
mionet@ccsu.edu
Leon Yacher
Department of Geography, Southern Connecticut State University, New Haven, Connecticut 06515-1355, U.S.A. yacher@southernct.edu

Resumen

Se describe e ilustra en detalle *Jaltomata glomeruliflora* S. Leiva & Mione (Solanaceae) una nueva especie del Norte del Perú. *J. glomeruliflora* es propia de los alrededores de la ciudad de Contumazá, Prov. Contumazá, Dpto. Cajamarca, Perú, a los 07° 21′ 58,5″ S y 78° 48′ 42,6″ W, alrededor de los 2657 m de elevación, presenta 8-10 (-12) flores por nudo, corola tubular-rotada, blanco-cremosa con una anillo morado-tenue en la hemialtura externamente, y con un anillo lila-intenso en la hemialtura interiormente, 10-lobulada, pubescente rodeada por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes externamente, área libre de los filamentos estaminales rodeados por pelos simples eglandulares transparentes que ocupan el 30-40 % del área basal, con 59-70 semillas por baya, arbustos 0,60-0,70 m de alto. Adicionalmente a la descripción se presenta la ilustración correspondiente, se discuten sus relaciones con otra especie afín e incluyen datos sobre etnobotánica, distribución geográfica y ecología, fenología, estado actual y usos de la especie.

Palabras clave: *Jaltomata*, especie nueva, Solanaceae, Norte del Perú.

Abstract

Jaltomata glomeruliflora S. Leiva & Mione (Solanaceae), a new species from northern Peru, is described and illustrated in detail. *J. glomeruliflora* is found in the surroundings of Contumaza city, Province of Contumaza, Department of Cajamarca, Peru, 07o 21′ 58,5″ S and 78o 48′ 42,6″ W, at 2657 m above sea level; it presents 8-10 (-12) flowers per node, corolla tubular-rotate, creamy-white with ring of light purple in the middle externally, and ring of intense lilac in the middle internally, 10-lobed, pubescent covered externally by transparent simple eglandular hairs, area free of staminal filaments covered by transparent simple eglandular hairs which fill 30-40% of the basal area, with 59-70 seeds per berry, shrubs 0.60-0.70 m tall. Additionally to the description, we include the corresponding illustration, its relationship with a sister species, ethnobotanical facts, geographic range and ecology, phenology, conservation status and uses of the species.

Keywords: *Jaltomata*, new species, Solanaceae, from Northern Peru.

Introducción

El género *Jaltomata* fue descrito por Schlechtendal en 1838, posteriormente algunas especies fueron tratadas como *Hebecladus* creado por Miers en 1845. Hunziker (1979) y Nee (1986), reconocen que ambos géneros deben ser tratados como uno solo, es decir como *Jaltomata*, trabajos contemporáneos de Davis (1980) y D'Arcy (1986; 1991), sostienen que ambos géneros deben mantenerse independientes; adoptando ese criterio, Mione (1992) unificó *Hebecladus* y *Jaltomata* con el epíteto genérico de *Jaltomata*, siendo ratificado por Mione, Olmstead, Jansen & Anderson en 1994.

Jaltomata (incluyendo *Hebecladus*) de la Familia Solanaceae, Subfamilia Solanoideae, Tribu Solaneae, (Hunziker, 2001), y ratificado recientemente en la filogenia molecular de la familia propuesta por Olmstead *et al.* (2008), quienes sostienen, que *Jaltomata* comparte la filogenia en un clado solamente con el género *Solanum*. Está representado por unas 69 especies herbáceas o subarbustos plenamente determinados y publicados, casi todas con bayas comestibles (Leiva, Mione & Quipuscoa, 1998; Leiva, *et al.*, 2007; 2008; 2010a y b, 2013; 2014; Mione, *et al.*, 1997; 2000; 2004; 2007; 2011; 2013; 2014). Se distribuyen desde el suroeste de los Estados Unidos hasta Bolivia y el Norte de Argentina y en las Antillas (Cuba, Jamaica, Haití, República Dominicana, Puerto Rico), con una especie en las islas Galápagos (Mione, Anderson & Nee, 1993;

Mione, Olmstead, Jansen & Anderson, 1994; Mione & Coe, 1996; Mione & Leiva, 1997; Mione, Leiva & Yacher 2000; 2004; 2007; 2011; 2013; 2014). Considerándose, que el género tiene dos centros de diversidad: México con unas 10 especies y oeste de Sudamérica con unos 59 taxones. En el Perú, crecen aproximadamente 50 especies, desde la costa desértica hasta los 4000 m de elevación y, es la zona norte la que presenta mayor diversidad con cerca de 37 especies, y todas con frutos comestibles.

Jaltomata se caracteriza por: 1) pedicelos basalmente articulados, 2) filamentos estaminales insertos en la superficie ventral de las anteras, 3) ovario con disco nectarífero basal. 4) corola con 5 ó 10 lóbulos de prefloración valvar y 5) fruto con cáliz acrescente y mesocarpo jugoso, entre otros caracteres; asimismo, las bayas maduras son consumidas como frutas por los pobladores rurales, las cuales son agradables y exquisitas.

Además, de los recientes trabajos taxonómicos acerca de este género en el Perú (Knapp, Mione & Sagástegui; 1991; Mione & Coe, 1996; Mione & Leiva, 1997; Leiva, 2006;); Leiva, Mione & Quipuscoa, 1998; Leiva & Mione, 1999; Leiva, Mione & Yacher, 2007; 2008; 2010 a y b, 2013; 2014; Mione, Leiva & Yacher, 2000; 2004; 2007; 2000; 2004; 2007; 2011; 2013;2014; y, ante nuevos viajes de campo efectuados en estos últimos años, se han encontrado poblaciones de una especie de *Jaltomata*, que nos llamó la atención por sus particularidades referidas a sus tallos, forma y disposición de sus flores, bayas rodeadas por el cáliz acrescente, indumento de sus órganos vegetativos y órganos florales, número de semillas por baya, entre otros. Estas diferencias morfológicas que las distinguen del resto de las especies descritas hasta ahora, motivan sus descripciones como nueva, y como consecuencia, dar a conocer esta nueva entidad, es el principal aporte y objetivo de este trabajo.

Material y métodos

El material estudiado corresponde a las colecciones efectuadas desde el año 1999 hasta la actualidad por S. Leiva (HAO), T. Mione & L. Yacher (CCSU), entre otros, en las diversas expediciones en el Norte del Perú, especialmente al Dpto. Cajamarca, Prov. Contumazá, en los alrededores de la ciudad, alrededor de los 2657 m de elevación, a fin de efectuar recolecciones botánicas extensivas para realizar la monografía: "*Revisión sistemática del género Jaltomata Schlechtendal* (Solanaceae) *en el Perú*". Las recolecciones se encuentran registradas principalmente en los herbarios CCSU, CORD, F, HAO, HUT, MO. Paralelo a las recolecciones de herbario se fijó y conservó material en alcohol etílico al 30% o AFA, para realizar estudios en detalle de los órganos vegetativos y reproductivos y para la elaboración de la ilustración respectiva. La descripción está basada en caracteres exomorfológicos, que se tomaron *in situ*; se presentan también, fotografías, datos de su distribución geográfica y ecología, fenología, estado actual, nombre vulgar y usos de la especie.

Los acrónimos de los herbarios son citados según Thiers (2013).

Resultados y discusión

1. ***Jaltomata glomeruliflora*** S. Leiva & Mione sp. nov. (Fig. 1-2).

TIPO: PERÚ. **Dpto. Cajamarca,** Prov. Contumazá, alrededores de la ciudad de Contumazá, 7º 21′ 58,5″ S y 78º 48′ 42,6″ W, 22657 m, 8-II-2015, *S. Leiva 5710* (Holótipo: HAO, Isótipos: CCSU; CORD; F; HAO; HUT; MO).

Diagnosis

J. glomeruliflora is closely related to *Jaltomata cajamarca* Mione (see Mione & Coe, 1996) and presents corolla 10-lobed, 5 larger lobes alternating with 5 smaller ones, without green spots at the base of the corolla tube internally, corolla limb 13-15 mm in diameter at anthesis, shrubs 0.60-0.80 m tall, older stems 8-10 mm in diameter at their base, younger stems covered with transparent ramified hairs, leaves 8.5-11 cm long and 5.5-5.8 cm wide.

Sufrútice perenne 0,60-0,70 m de alto; ampliamente ramificado. **Tallos** viejos rollizos, marrón-claro a cremoso-claro, compactos, sin lenticelas, glabros, con agrietamientos longitudinales, 8-10 mm de diámetro en la base; tallos jóvenes 4-5 angulosos, morado-intenso la superficie adaxial, verde la superficie abaxial, compactos, sin lenticelas, pubescentes rodeados por una densa cobertura de pelos ramificados transparentes largos. **Hojas** alternas las basales, geminadas las distales; pecíolo semirrollizo, verde-claro, lila-intenso los bordes, pubescente rodeado por una densa cobertura de pelos ramificados transparentes, 0,8-1 cm de longitud; lámina elíptica a veces ampliamente elíptica, membranácea a veces ligeramente suculenta, verde-oscuro y opaca la superficie adaxial, verde-claro y opaca superficie abaxial, pubescentes rodeadas por una densa cobertura de pelos ramificados transparentes en ambas superficies, mayor densidad en las nervaduras de la superficie abaxial, aguda en el ápice, cuneada a veces ligeramente redondeada en la base, entera en los bordes, 8,5-11 cm de largo por 5,5-5,8 cm de ancho. **Flores** 8-10 (-12) por nudo, no sincronizadas; pedúnculo rollizo o filiforme, verde, ciliado rodeado por una densa cobertura de pelos ramificados transparentes, erecto, 4-5 mm de longitud; pedicelos 4-5-angulosos ampliándose ligeramente hacia el área distal, verde con pintas lilas longitudinales, pubescentes rodeados por una densa cobertura de pelos ramificados transparentes, péndulos, 4-5 mm de longitud. Cáliz campanulado, a veces ligeramente aplanado, verde-oscuro externamente, verde-claro interiormente, pubescente rodeado por una cobertura de pelos ramificados transparentes externamente, glabro interiormente, suculento, sobresalientes las nervaduras principales, 6-7 mm de diámetro del limbo en la antésis; 5-lobulado,lóbulos triangulares, verde-oscuro externamente, verde-claro interiormente, pubescente rodeado por una densa cobertura de pelos ramificados transparentes externamente, ciliado rodeados por pelos simples transparentes interiormente, suculentos, rectos a veces ligeramente reflexos, nunca revolutos, sobresalientes las nervaduras principales, 1,8-2 mm de largo por 1,8-2 mm de ancho; tubo 2-2,2 mm de largo por 3-3,5 mm de diámetro. Corola tubular-rotada, ventricosa en el ¼ basal con una constricción en los ¾ distales, blanco-cremoso con un anillo morado-tenue en la hemialtura externamente, blanco-cremoso con un anillo lila-intenso en la mitad del tubo corolino interiormente, pubescente rodeado por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes largos, mayor densidad sobre las nervaduras principales externamente, glabro interiormente, suculenta, sobresalientes las nervaduras principales, 13-15 mm de diámetro del limbo en la antésis; 10-lobulado, 5 lóbulos mayores que alternan con otros 5 menores, lóbulos triangulares, blanco-cremosos externa e interiormente, pubescentes rodeados por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes externamente, ciliado rodeados por pelos simples eglandulares transparentes interiormente, ciliados

rodeados por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes en los bordes, suculentos, ligeramente rectos, nunca revolutos, sobresalientes las nervaduras principales, 3-3,5 mm de largo por 3-3,5 mm de ancho; tubo 7-8 mm de largo por 9-10 mm de diámetro. Estambres 5, conniventes, exertos, insertos a 0,3-0,4 mm del borde basal interno del tubo corolino; filamentos estaminales homodínamos; área libre de los filamentos filiformes ampliándose ligeramente hacia el área basal, cremosos, pubescentes rodeados por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes largos que ocupan el 30-40% de su longitud basal, 4,8-5 mm de longitud; área soldada apladada, cremosa, glabrescente rodeada por algunos pelos simples eglandulares transparentes el área distal; anteras oblongas, amarillentas, cremoso las suturas y el conectivo, sin mucrón apical, glabras, 1,8-2 mm de largo por 1,7-2 mm de diámetro. Ovario ampliamente ovado, verde, disco nectarífero notorio amarillo que ocupa el 70-80% de su longitud basal del ovario, 5-anguloso, 1,8-2 mm de largo por 2,4-2,6 mm de diámetro; estilo exerto, filiforme ampliándose ligeramente hacia el área distal, cremoso, glabro, 5-5,2 mm de longitud; estigma capitado, bilobado, verde-oscuro, 0,5-0,6 mm de diámetro. **Baya** péndula, globosa achatada por los polos, anaranjado a la madurez, sin estilo persistente, 9-10 mm de largo por 10-11 mm de diámetro; cáliz fruticoso persistente, acrescente, rodeando a la baya en un 25-30% del área basal, verde, sobresalientes las nervaduras principales, 3-4 mm de largo por 13-15 mm de diámetro. **Semillas** 59-70 por ovario, reniformes, compresas, parduzcas, epispermo foveolado-rugulado, 1,6-1,8 mm de largo por 1,4-1,5 mm de diámetro.

Material adicional examinado

PERÚ. **Dpto. Cajamarca**, Prov. Contumazá, alrededores de la ciudad de Contumazá, 7º 21′ 58,5″ S y 78º 48′ 42,6″ W, 2657 m, 25-III-2013, *T. Mione, L. Yacher & S. Leiva 753* (CCSU; HAO); 8-II-2015, *S. Leiva 5711* (HAO); 7º 22′ 04,9″ S y 78º 48′ 26,3″ W, 2736 m, 2-V-2015, *S. Leiva 5843* (HAO).

Jaltomata glomeruliflora S. Leiva & Mione es afín a su especie hermana *Jaltomata lanata* S. Leiva & Mione (ver Mione, Leiva & Yacher, 2007), propia del caserío El Sangal, en los alrededores de la Ciudad de San Pablo y en la ruta El Sangal-San Pablo, Dpto. Cajamarca, Perú, entre los 1850-2400 m de elevación porque ambas tienen (-4) 8-10 (-13) flores por nudo, cáliz campanulado, rodeado por una densa cobertura de pelos ramificados transparentes externamente, corola tubular-rotada, blanco-cremoso con un anillo púrpura en la hemialtura interiormente, pubescente rodeada por una cobertura de pelos simples y ramificados transparentes externamente, glabra interiormente, estambres nunca conniventes, filamentos estaminales homodínamos, área soldada de los filamentos blanco-cremoso a veces púrpura en el área basal, pubescentes rodeados por una cobertura de pelos simples transparentes que ocupan 30-50% del área basal, anteras oblongas, amarillentas, sin mucrón apical, tallos jóvenes 4-5 angulosos, pubescentes o lanosos rodeados por una densa cobertura de pelos ramificados transparentes; pero, *Jaltomata glomeruliflora* se caracteriza por presentar la corola 10-lobulada, 5 lóbulos mayores que alternan con otros 5 menores, sin manchas verdes en la base del tubo corolino interiormente, 13-15 mm de diámetro del limbo de la corola en la antésis, arbustos 0,60-0,80 m de alto, 8-10 mm de diámetro en la base de los tallos viejos, tallos jóvenes rodeados por una cobertura de pelos ramificados transparentes, láminas de las hojas 8,5-11 cm de largo por 5,5-5,8 cm de ancho.

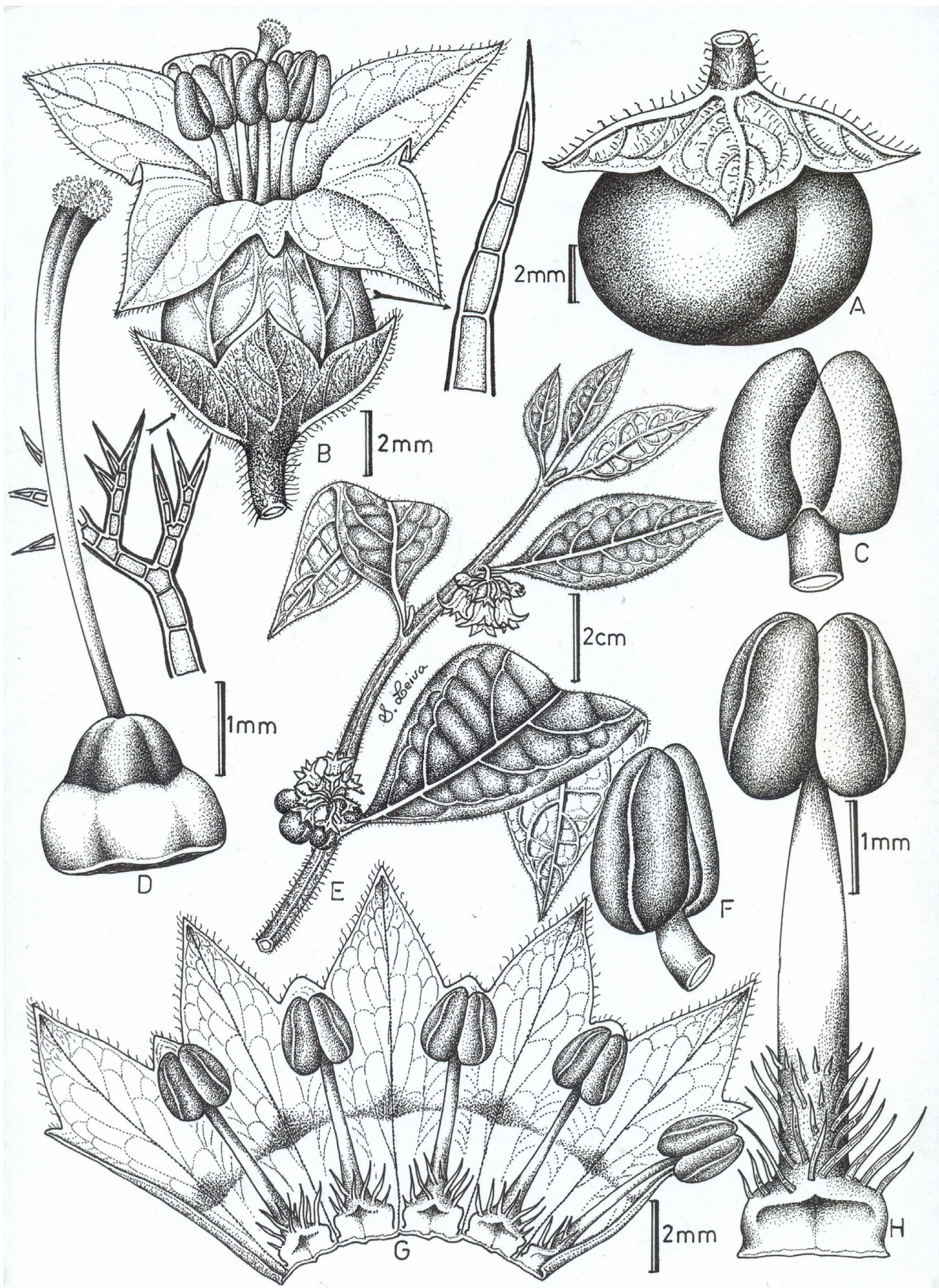


Fig. 1. ***Jaltomata glomeruliflora*** S. Leiva & Mione. A. Baya; B. Flor en antésis; C. Antera en vista dorsal ; D. Gineceo ; E. Rama florífera; F. Antera en vista lateral ; G. Corola desplegada ; H. Estambre en vista ventral. (Dibujado de S. Leiva G., 5711, HAO).

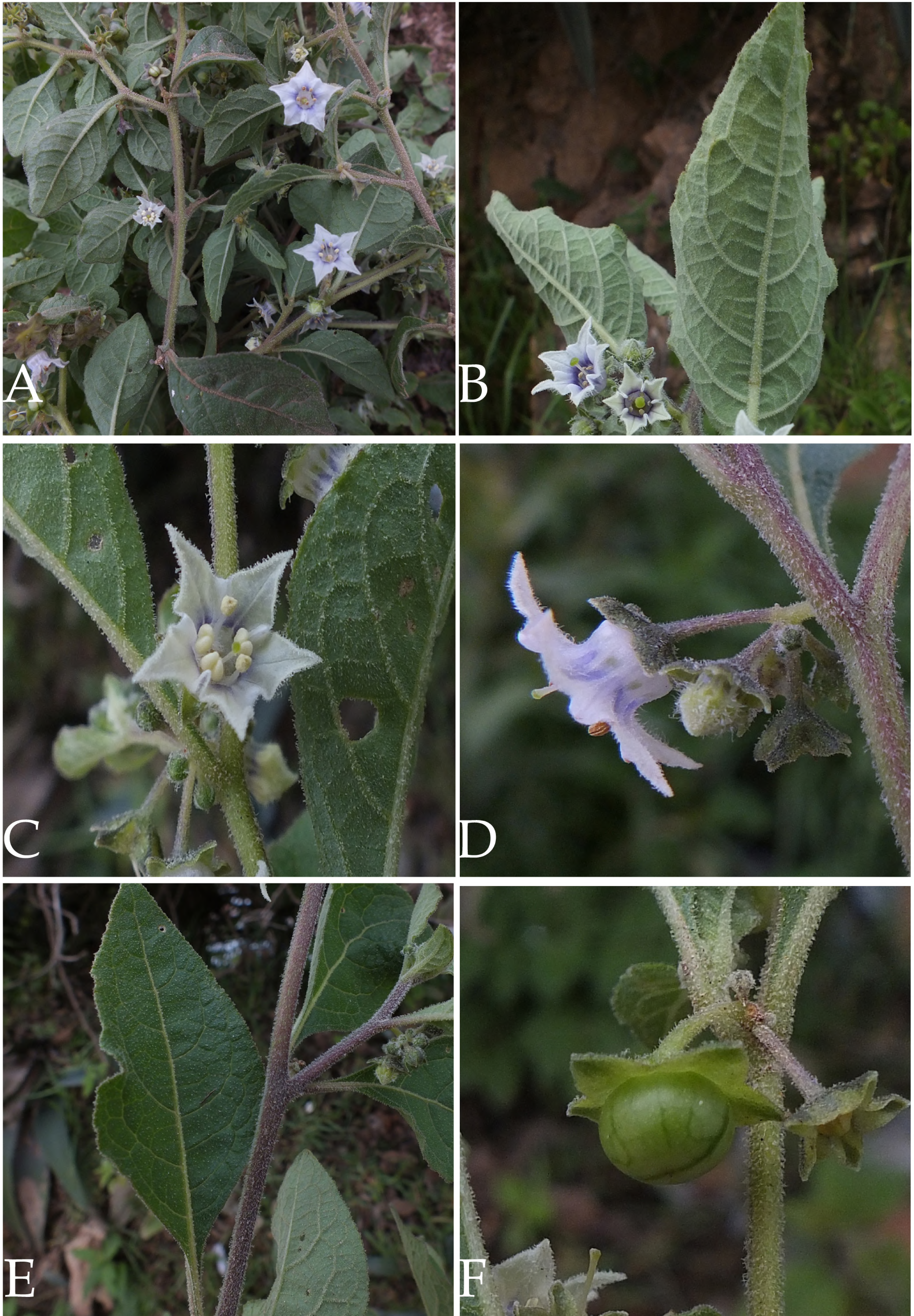


Fig. 2. ***Jaltomata glomeruliflora*** S. Leiva & Mione. A-B. Ramas floríferas; C. Flor en antésis vista interna; D. Flor en antésis vista lateral; E. Tallo y hoja; F. Baya inmadura (Fotografías por S. Leiva, 5711, HAO).

En cambio, *Jaltomata lanata* tiene la corola 5-lobulada, 10 manchas verdes en la base del tubo corolino interiormente, 7-11 mm de diámetro del limbo de la corola en la antésis, arbustos de 0,80-1,20 de alto, 1,3-1,5 mm de diámetro en la base de los tallos viejos, tallos jóvenes rodeados por una cobertura de pelos ramificados transparentes lanosos, láminas de las hojas 12-12,5 cm de largo por 7-8 cm de ancho

Distribución y ecología: Especie con distribución limitada y aparentemente endémica a la zona de recolección en donde es abundante. A pesar de haberse efectuado recolecciones aledañas, solamente a sido encontrada alrededor de la ciudad de Contumazá, Prov. Contumazá, Dpto. Cajamarca, Perú, a los 7º 21′ 58,5″ S y 78º 48′ 42,6″ W, 2657 m de elevación, como un integrante de la vegetación herbácea y arbustiva de los bordes de carreteras, caminos, cercos de chacras, acequias, prefiere suelos húmedos, profundos, arcillosos, a veces pedregosos, con abundante humus, y vive asociada con plantas de: *Leonotis nepetiifolia* (L.) R. Br. (Lamiaceae), *Baccharis salicina* Torr. & A. Gray (Asreaceae), *Physalis peruviana* L. (Solanaceae), *Muelhenbeckia volcanica* (Benth) Endl. (Polygonaceae), *Verbesina arborea* Kunth (Asteraceae), *Eucalyptus globulus* Labill. "eucalipto" (Myrtaceae), *Agave americacna* L. "penca" (Asparagacae), entre otras.

Fenología: Es una especie perenne, que brota con las primeras lluvias de noviembre o diciembre, para luego florecer y fructificar desde el mes de febrero hasta el mes de abril o mayo.

Estado actual: Utilizando los criterios del IUCN (IUCN 2012) *Jaltomata glomeruliflora* es considerada en peligro crítico (CR). La extensión de su rango de distribución es de un radio menor a 100 km^2 en los alrededores de la Ciudad de Contumazá, siendo ésta la única localidad donde se ha recolectado (Criterio B1). Asimismo, se han encontrado menos de 100 individuos maduros en la población (Criterio D), siendo influenciada directamente por el centro urbano que transita por la ciudad y sus alrededores. Sin embargo, no se ha evaluado si existe una declinación del rango de distribución y del área de ocupación, siendo de necesidad urgente de un estudio en profundidad de la ecología, estructura poblacional y distribución de esta especie, para esclarecer su estado de conservación.

Nombre vulgar: "canamuela" (En boleta, S. Leiva, T. Mione & L. Yacher 5711, HAO)

Etimología: El epíteto específico hace alusión a la disposición de las flores durante la antésis, las mismas que son conglomeradas o apiñadas.

Usos: Las bayas maduras anaranjadas, son consumidas por los pobladores, especialmente los niños, como frutas frescas, por ser agradables y exquisitas.

Agradecimientos

Nuestra gratitud a las autoridades de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, por su constante apoyo y facilidades para la realización de las expediciones botánicas. A la Red Latinoamericana de Botánica (RLB) por la beca otorgada al primer autor (S. L. G.) para su viaje al Museo Botánico de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, para realizar estudios de perfeccionamiento en la familia Solanáceas, bajo la tutoría de dos destacados maestros quien fuera el profesor Ing. Armando T. Hunziker y el Dr. Gabriel Bernardello. Nuestro reconocimiento al Prof. Luis Chang Chávez, del Museo

de Historia Natural y Cultural de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, Perú, por su ayuda en la redacción del abstract y las diagnosis.

Literatura citada

D'Arcy, W.G. 1986. The Genera of Solanaceae and their types. Solanaceae Newsletter 2(4); 10-33.

D'Arcy, W.G. 1991. The Solanaceae since 1976, with a Review of its Biogeography. *In* J.G. Hawkes, R.N. Lester, M. Nee and N. Estrada (eds.). Solanaceae III. Taxonomy, Chemistry, Evolution, pp. 75-137. The Royal Botanic Gardens Kew, Richmond. Surrey, UK for The Linnean Society of London.

Davis, T. 1980. The generic relationship of *Saracha* and *Jaltomata* (Solanaceae: Solaneae). Rhodora 82:345-352.

Hunziker, A. 1979. South American Solanaceae: a Synoptic Survey. *In* J.G. Hawkes, R.N. Lester and A.D. Shelding (eds.). The Biology and Taxonomy of the Solanaceae. pp. 49-85. Linnean Society Symposium Series NE 7 Academic Press, London and New York.

Hunziker, A. T. 2001. Genera Solanacearum. A. R. G. Ganther Verlag. K. G. Alemania. 500 pp

IUCN. 2012. The IUCN Red List of threatened species, version 2012.1. IUCN Red List Unit, Cambridge, UK, Available from: http://www.iucnredlist.org/ (accessed: 16 abril 2013).

Leiva, S.; T. Mione & V. Quipuscoa. 1998. Cuatro nuevas especies de *Jaltomata* Schlechtendal (Solanaceae: Solaneae) del Norte de Perú. Arnaldoa 5 (2): 179-192.

Leiva, S. & T. Mione. 1999. Dos nuevas especies de *Jaltomata* Schlechtendal (Solanaceae-Solaneae) del Norte de Perú. Arnaldoa 6 (1): 65-74.

Leiva, S.; T. Mione & L. Yacher. 2007. Cuatro nuevas especies de *Jaltomata* Schlechtendal (Solanaceae) del Norte del Perú. Arnaldoa 14(2): 219-238.

Leiva, S.; T. Mione & L. Yacher. 2008. Dos nuevas especies de *Jaltomata* Schlechtendal (Solanaceae) del Norte del Perú Arnaldoa 15 (2): 185-196.

Leiva, S.; T. Mione & L. Yacher. 2010. *Jaltomata parviflora* (Solanaceae) una nueva especie del Norte del Perú, Arnaldoa 17 (1): 33-39.

Leiva, S.; T. Mione & L. Yacher. 2010. Modillonia una nueva sección de *Jaltomata* Schlechtendal (Solanaceae) con una nueva especie del Norte del Perú, Arnaldoa 17 (2): 163-171.

Leiva, S.; T. Mione & L. Yacher. 2013. J*altomata huancabambae* y *Jaltomata incahuasina* (Solanaceae) dos nuevas especies del Norte del Perú, Arnaldoa 20 (2): 265-280.

Leiva, S.; T. Mione & L. Yacher. 2014. *Jaltomata angasmarcae* y *Jaltomata pauciseminata* (Solanaceae) dos nuevas especies del Norte del Perú, Arnaldoa 21 (1): 25-40.

Leiva, S. 2006. *Jaltomata alviteziana* y *Jaltomata dilloniana* (Solanaceae) dos nuevas especies de los Andes del Perú. Arnaldoa 13 (2): 282-289.

Knapp, S.; T. Mione & A. Sagástegui. 1991. A new species of *Jaltomata* (Solanaceae) from northwestern Perú. Brittonia 43 (3): 181-184.

Mione, T. 1992. Systematics and evolution of *Jaltomata* (Solanaceae) Ph. D. dissertation, University of Connecticut Storrs, CT.

Mione, T. & F. Coe. 1992. Two new combinations in Peruvian *Jaltomata* (Solanaceae) Novon 2: 383-384.

Mione, T.; G. Anderson & M. Nee. 1993. *Jaltomata* I: circumscription, description and new combinations for five South American species (Solaneae, Solanaceae). Brittonia, 45 (2): 138-145.

Mione, T.; R. Olmstead; R. Jansen & G. Anderson. 1994. Systematic implications of chloroplast DNA variation in *Jaltomata* and selected physaloid genera (Solanaceae), American Journal of Botany 81 (7): 912-918.

Mione, T. & L. A. Coe. 1996. *Jaltomata sagastegui* and *Jaltomata cajamarca* (Solanaceae), two new shrubs from Northem Peru. Novon 6: 280-284.

Mione, T. & S. Leiva. 1997. A new Peruvian species of *Jaltomata* (Solanaceae) with Blood-Red Floral Nectar. Rhodora 99 (900): 283-286.

Mione, T.; S. Leiva & L. Yacher. 2000. Three new species of *Jaltomata* (Solanaceae) from Ancash, Peru. Novon 10 (1): 53-59.

Mione, T.; S. Leiva & L. Yacher. 2004. *Jaltomata andersonii* (Solanaceae): a new species of Peru. Rhodora 106 (926): 118-123.

Mione, T.; S. Leiva & L. Yacher. 2007. Five new species of *Jaltomata* (Solanaceae) from Cajamarca, Peru. Novon 17: 49-58.

Mione, T.; S. Leiva; L. Yacher & A. Cameron. 2011. *Jaltomata atiquipa* (Solanaceae): a new species of Sourthern Peru. Phytologia 93(2):203-207.

Mione, T.; S. Leiva & L. Yacher. 2013. *Jaltomata spooneri* (Solanaceae): a new species of Southern Peru. Phytologia 95 (2):167-171.

Mione, T.; S. Leiva & L. Yacher. 2014. Two new Peruvian species of *Jaltomata* (Solanaceae, Solaneae) with red floral nectar. Brittonia (Published online).

Nee, M. 1996. Solanaceae I. Flora de Veracruz, fascículo 49. Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz, México.

Olmstead, R.; L. Bohs; H. Abdel; E. Santiago-Valentin; V. García & S. Collier. 2008. A molecular phylogeny of the Solanaceae. Taxon 57 (4): 1159-1181.

Thiers, B. [continuamente actualizada]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium.

http://sweetgum.nybg.org/ih/ (accedido en septiembre de 2013).

Arnaldoa 22 (1): 35 - 48, 2015 ISSN: 1815-8242

Passiflora salpoana (Passifloraceae) una nueva especie del Norte de Perú

Passiflora salpoana (Passifloraceae) a new species of from Northern Peru



Segundo Leiva González
Museo de Historia Natural, Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, Casilla Postal 1075, Trujillo, PERÚ.
segundo_leiva@hotmail.com/cleivag@upao.edu.pe
Flor Tantalean Evangelista
Museo de Historia Natural y Cultural/Escuela de Ing. Agrónoma, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo-PERÚ
Flor_libra93@hotmail.com

Resumen

Se describe e ilustra en detalle *Passiflora salpoense* S. Leiva & Tantalean (Passifloraceae) una nueva especie del Norte del Perú. *P. salpoense* es propia de Shitahuara (al norte de Salpo), Distrito Salpo, Prov. Otuzco, Dpto. La Libertad, Perú, a los 7º59'50,4"S y 78º36'46,0" W, entre los 3450-3490 m de elevación, presenta flores solitarias, ligeramente horizontales, zigomorfas por nudo, hipanto infundibuliforme verde la superficie adaxial, rojizo la ½ distal, ciliado en toda su longitud externamente, sépalos 5, oblongos, amarillos a rojizos externa e interiormente, pétalos 5, oblongos rojizo los ¾ distales, amarillento el ¼ basal externa e interiormente, estambres homodínamos, zigomorfos, ovario oblongo, ciliado, baya globosa, serícea, bejucos 1,5-2 (-3) m de longitud, hojas seríceas. Adicionalmente a la descripción, se presenta la ilustración correspondiente, se discuten sus relaciones con otra especie afín e incluyen datos sobre etnobotánica, distribución geográfica y ecología, fenología, estado actual y usos de la especie.

Palabras clave: *Passiflora*, especie nueva, Passifloraceae, Norte del Perú.

Abstract

Passiflora salpoense S. Leiva & Tantalean (Passifloraceae), a new species from Northern Peru, is described and illustrated in detail. *P. salpoense* is found in Shitahuara (north of Salpo), Salpo District, Province of Otuzco, Department of La Libertad, Peru, at 7º59'50,4" S and 78º36'46,0" W, between 3450-3490 m above sea level. It presents solitary zygomorphic flowers per node, hypanthium infundibuliform, green on the adaxial surface, reddish on the distal half, ciliate in all its extension externally, sepals 5, oblong, yellow to reddish externally and internally, petals 5, oblong, reddish on distal ¾, yellowish on the basal quarter externally and internally, homodynamous stamens, zygomorphic, ovary oblong, ciliate, berry globose, sericeous, reeds 1,5-2 (-3) m long, leaves sericeous. In addition to the description, we present the corresponding illustration, discuss its relationship with other similar species and include information about ethnobotany, geographic range and ecology, phenology, conservation status and uses of the species.

Keywords: *Passiflora*, new species, Passifloraceae, Northern Peru.

Introducción

La familia Passifloraceae Juss. ex Roussel nom. cons. en Fl. Calvados (ed. 2):334, 1806, incluye a las familias Malesherbiaceae y Turneraceae (APG III, 2015). Es una familia de importancia, porque incluye especies cultivadas que se consumen especialmente como jugos o frutas frescas, a saber: *Passiflora edulis* Sims "maracuyá", *P. ligularis* Juss. "granadilla", *P. quadrangularis* L. "tumbo", *P. tripartita* (Juss.) Poir. "poro poro"; asimismo, como frutas silvestres mencionamos: *P. peduncularis* Cav. "puro puro", *P. foetida* L. "granadilla de culebra", *P. manicata* (Juss.) Pers. "puro puro", *P. mathewsii* (Mast.) Killip "puro puro", entre otras Ulmer & MacDougal, 2004; Leiva *et al*., 2013.

Con los avances en los estudios moleculares, y siguiendo el sistema del APG III (2015), la familia Passifloraceae tiene tres Subfamilias:

1. Malesherbioideae Burnett, consta de un género con 24 especies, que habita en Sud América, especialmente Perú-Chile.

2. Turneroideae Eaton, posee 12 géneros y 227 especies, propias de las regiones tropicales y cálidas de América y África.

3. Passifloroideae Burnett, es la más numerosa y, tiene 16 géneros con 705 especies, que habitan en las regiones tropicales y cálidas, especialmente de África y América. Esta, tiene dos tribus:

a. Paropsieae de Candolle, entre algunos caracteres morfológicos que los distigue: son árboles o arbustos, hojas reducidas, láminas con glándulas especialmente sobre los márgenes y ápice, sin estípulas, inflorescencias racemosas, sin androginóforo, estambres numerosos, drupas indehiscentes. Consta de 6 géneros con ca. 22 especies, propias de las regiones tropicales, especialmente del oeste de África.

b. Passifloreae de Candolle, entre algunos caracteres morfológicos que los diferencia, se indica: lianas trepadoras, con ayuda de zarcillos, hojas compuestas, láminas con márgenes enteros o serrulados, glándulas comúnmente sobre el peciolo o sobre la superficie de la lámina, inflorescencias cimosas, flores actinomorfas a veces zigomorfas, corona con 1-2-varios ciclos de filamentos membranáceos, hipanto, estigma dividido, bayas o cápsulas. Consta de 10 géneros con unas 715 especies, propias de las regiones tropicales, especialmente de África y América.

Passifloraceae tiene 27 géneros y 975 especies, con distribución pantropical y subtropical, con unas pocas especies en las regiones templadas. Tiene aproximadamente unas 660 especies en unos 23 géneros, con su mayor diversidad en América (APG, III, 2015). En el Perú, habitan 6 géneros con 111 especies, de estas 41 son endémicas (Brako & Zarucchi, 1993; Ulloa *et al*., 2004).

Passiflora fue fundado por Linnaeus en Sp. Pl. 955, 1753.- Leptótipo, designado por Britton y Brown, 1913: *Passiflora incarnata* L.

En el Perú, Killip (1938) hace la primera revisión taxonómica del género *Passiflora* para la flora peruana. Escobar (1986), publica una nueva especie para el Dpto. La Libertad, Perú y dedicada a la Prov. de Huamachuco: *P. huamachuquense* L. Escobar; Brako & Zarucchi (1993) publican el primer catálogo para la flora del Perú, en donde dan a conocer 81 especies, de estas, 27 son endémicas. El siguiente año, MacDougal (1994), publica la Revisión de *Passiflora* especialmente el Subgénero Decaloba y la Sección Pseudodysosmia, en donde menciona dos especies que viven en el Perú, a saber: *P. adenopoda* DC. que habita a lo largo del Río Chinchao al sur de Tingo María, Dpto. Huánuco; La Merced, Dpto. Junín y a 14 km al oeste de Oxapampa, Dpto. Pasco; asimismo, la especie *P. morifolia* Masters que habita en la Prov. La convención, Dpto. Cuzco.

Ulloa *et al*., 2004, en su trabajo: "Diez años de adiciones a la flora del Perú: 1993-2004", en las páginas 157-158, dan a conocer 11 especies que se publicaron en la indicada década, de estas, 7 son endémicas, a saber: *P. callacallensis* Skrabal & Weigend, endémica de la jalca Calla Calla, en la ruta Balsas-Chachapoyas, Prov. Chachapoyas, Dpto. Amazonas; *P. inca* P. Jorg., endémica del lugar denominado Abra Málaga en la ruta Cuzco-Quillabamba, Prov. La Convención, Dpto. Cuzco; *P. lobbii* subsp. *ayacuchoensis* Skrabal & Weigend, endémica en la ruta Tambo-Ayna en la Prov. Huanta, Dpto. Ayacucho; *P. podlechii* Skrabal & Weigend, endémica entre Huanta a Huallay, Prov. Huanta, Dpto. Ayacucho; *P. sanchezii* Skrabal & Weigend, endémica del Abra de Gelig, en la ruta Celendín-Balsas, Prov. Celendín, Dpto. Cajamarca; *P. tesserula* Skrabal & Weigend, endémica del Valle del Río Apisoncho, Distrito Huallaga, Prov. Mariscal Cáceres, Dpto. San Martín y *P. weigendii* T. Ulmer & Schwerdtfeger, endémica de los pajonales a 12 km al sur-este entre Oxapampa-Villa Rica, Prov. Oxapampa, Dpto. Pasco. Probablemente, Ulloa *et al*., 2004, no vieron el trabajo

publicado por Skrabal *et al*., 2001, donde dan a conocer una nueva especie para Perú: *P. sagastegui* Skrabal & Weigend, dedicada al prestigioso botánico, quien fuera el Dr. Abundio Sagástegui Alva. Ultimamente, Esquerre *et al*., 2014, publica una revisión de 13 especies del género *Passiflora* para el Dpto. Lambayeque. Recientemente, Esquerre, 2015 adiciona una nueva especie a la flora peruana: *P. kuethiana* Esquerre, endémica de la jalca de Calla Calla, Prov. Chachapoyas, Dpto. Amazonas, Perú.

Passiflora se caracterizan por ser trepadoras o bejucos leñosos; ramificados. Zarcillos únicos, filiformes. Tallos viejos 4-5 angulosos o rollizos, marrón-claro, compactos, sin lenticelas; tallos jóvenes 4-5 angulosos, torcidos, verdes, compactos, sin lenticelas, pubescentes o glabros. Hojas alternas, simples; estipuladas; peciolo semirrollizo, curvado, suculento, pubescente o glabro; con o sin nectarios; lámina generalmente trilobulada; lóbulo mayor oblongo, glabro o pubescente, agudo en el ápice, serrulado en el borde; dos lóbulos laterales elípticos, a oblongos, coriáceos, agudos a veces ligeramente obtusos en el ápice, cordiformes en la base, serrulados en los bordes. Flores solitarias por nudo, axilares, bisexuales, actinomorfas o zigomorfas; pedúnculo rollizo, verde, pubescente o glabro, curvo; pedicelo 5-anguloso a veces ligeramente filiforme, verde, erecto; calículo o sobre cáliz globoso o inflado; limbo 3-lobulado; lóbulos triangulares, erectos, nunca revolutos. Hipanto infundibuliforme ampliándose ligeramente hacia el área distal y ventricoso en el área basal, suculento; sépalos 5, oblongos, glabros o pubescentes, membranáceos; pétalos 5, oblongos, membranáceos. Corona 2 seriados. Limen carnoso, blanco-cremoso, glabro. Androginóforo filiforme, glabro o pubescente. Estambres 5, exertos a veces inclusos; filamentos estaminales homodínamos; anteras lineares, versátiles, dorsifijas. Ovario súpero, 3-locular, multiovular, oblongo, cremoso, pubescente o glabro; estilo rollizo; ramas estigmáticas 3, filiformes ampliándose ligeramente hacia el área distal, glabros, suculentos; estigmas 3, capitados. Baya péndula, globosa. Semillas numerosas.

Passiflora tiene unas 565 especies propias de las regiones tropicales y templadas de África y América tropical, sur de Asia y en las Islas del Pacífico (APG III, 2015).

Ante nuestros viajes de campo efectuados en estos últimos años al norte el Perú, región considerada como el centro de distribución de este género y otros en la zona fitogeográfica de alta riqueza endémica Amotape–Huancabamba (Weigend 2002; 2004), y especialmente al distrito Salpo, Prov. Otuzco, Dpto. La Libertad, que no es la excepción, donde se han encontrado poblaciones de una especie de *Passiflora*, que nos llamó la atención por sus particularidades referidas a sus tallos, forma y disposición de sus flores, sus órganos reproductivos, bayas oblongas seríceas, indumento de sus órganos vegetativos y órganos florales, entre otros. Estas diferencias morfológicas que las distinguen del resto de las especies descriptas hasta ahora, motivan su descripción como nueva, y como consecuencia, dar a conocer esta nueva entidad es el principal aporte y objetivo de este trabajo.

Material y métodos

El material estudiado corresponde a las colecciones efectuadas desde el año 1999 hasta la actualidad por S. Leiva & M. Leiva (HAO), en las diversas expediciones en el Norte del Perú, especialmente al Dpto. La Libertad, Prov. Otuzco, en los alrededores

del lugar denominado Shitahuara (al norte de Salpo), entre los 3450-3490 m de elevación. Las recolecciones se encuentran registradas principalmente en los herbarios CCSU, CORD, F, HAO, HUT, MO. Paralelo a las recolecciones de herbario se fijó y conservó material en alcohol etílico al 30% o AFA, para realizar estudios en detalle de los órganos vegetativos y reproductivos y para la elaboración de la ilustración respectiva. La descripción está basada en caracteres exomorfológicos, que se tomaron *in situ*; se presentan también, fotografías, datos de su distribución geográfica y ecología, fenología, estado actual, nombre vulgar y usos de la especie.

Los acrónimos de los herbarios son citados según Thiers (2013).

Resultados y discusión

Passiflora salpoense **S. Leiva & Tantalean** sp. nov. (Fig. 1-4)

TIPO. PERÚ, **Dpto. La Libertad**, Prov. Otuzco, Distrito Salpo, Shitahuara (al norte de Salpo), 7°59'50,4"S y 78°36'46,0" W, 3490 m, 4-IV-2015, *S. Leiva & M. Leiva 5806* (CORD, F, MO, HAO, HUT).

Diagnosis

Passiflora salpoensis S. Leiva & Tantalean is related to sister species *Passiflora mathewsii* (Mast.) Killip in Journ. Wash. Acad. Sci. 17: 428 (1927), synonym of *Tacsonia mathewsii* Mast., Fl. Bras. 13 (1): pt, 1, 539 (1872), Holotype: K, which inhabits in Ecuador (Holm-Nielsen *et al*., 1988) and Peru (Chachapoyas, Uruchalda mountain, at 3350 m above sea level; and also in Lambayeque Department, Ferreñafe Province: Incahuasi and Kañaris), but it differs because it has petiole with 2 nectaries, one per side in distal area, stipules semi-triangular, corona in 2 series, external filaments creamy white, long, triangular or deltoid, and a ring of short filaments internally, stamens and styles zygomorphic, berries oblong.

Trepadoras o bejucos leñosos, 1,5-2 (-3) m de alto; laxamente ramificados. Zarcillos únicos, filiformes disminuyendo hacia el área distal, rojos los distales a veces verdosos los basales, pubescentes rodeados por una densa cobertura de pelos simples eglandulares transparentes, ásperos al tacto, 7-10 cm de longitud. **Tallos** viejos 4-5 angulosos, marrón-claro, compactos, sin lenticelas, glabros, sin agrietamientos longitudinales, 6-8 mm de diámetro en la base; tallos jóvenes 4-5 angulosos, torcidos, verdes, a veces rojizo la superficie adaxial, verde la superficie abaxial, compactos, sin lenticelas, pubescentes rodeados por una densa cobertura de pelos simples eglandulares transparentes (inclinados), rígidos, difíciles de romper. **Hojas** alternas, simples; estípulas semitriangulares, verde la superficie adaxial, serícea la superficie abaxial, coriáceas, pubescentes rodeadas por una densa cobertura de pelos simples eglandulares transparentes en ambas superficies, 5-8 dientes en el borde, 1,3-1,4 cm de largo por 0,3-0,5 cm de ancho; peciolo semirrollizo, curvado, suculento, rojizo, pubescente rodeado por una densa cobertura de pelos simples eglandulares transparentes, (0,8-) 1,3-2,2 cm de longitud; dos nectarios, uno a cada lado del peciolo en el área distal; lámina trilobulada; lóbulo mayor oblongo, coriáceo, verdoso, lustroso a veces opaco la superficie adaxial, seríceo, opaco la superficie abaxial, pubescente rodeado por una densa cobertura de pelos simples eglandulares transparentes en ambas superficies, mayor densidad en la superficie abaxial, agudo en el ápice, serrulado en el borde, (3,3-) 4,2-4,5 cm de largo por (3,2-) 4,2-4,3 cm de ancho; dos lóbulos laterales elípticos, a oblongos, coriáceos, verdosos la superficie

adaxial, seríceos la superficie abaxial, pubescentes rodeados por una densa cobertura de pelos simples eglandulares transparentes en ambas superficies, mayor densidad en la superficie abaxial, agudos a veces ligeramente obtusos en el ápice, cordiformes en la base, serrulados en los bordes, 2,5-3 cm de largo por (2,4-) 3-3,2 cm de ancho. **Flores** solitarias por nudo, axilares, bisexuales, ligeramente horizontales, zigomorfas; pedúnculo rollizo, verde, pubescente rodeado por una densa cobertura de pelos simples eglandulares transparentes, curvo, (2,5-) 3,5-4 cm de longitud; pedicelo 5-anguloso a veces ligeramente filiforme, verde, ciliado rodeado por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes, erecto, 1,2-1,3 cm de longitud; calículo o sobre cáliz globoso o inflado, amarillo-verdoso, rojizo la superficie abaxial, nervaduras rojizas externamente, verdoso interiormente, pubescente rodeado por una densa cobertura de pelos simples eglandulares transparentes externamente, ciliado rodeado por pelos simples eglandulares transparentes interiormente, 3,7-3,8 cm de diámetro del limbo en la antésis; limbo 3-lobulado; lóbulos triangulares, rojizos externamente, verdosos interiormente, pubescentes rodeados por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes externamente, ciliados rodeados por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes interiormente, erectos, nunca revolutos, 1,4-1,5 cm de largo por 2,1-2,2 cm de ancho; tubo 1,8-2 (-2,5) cm de largo por (2,8-) 3,2-3,7 cm de diámetro. Hipanto infundibuliforme ampliándose ligeramente hacia el área distal y ventricoso en el área basal, verde la superficie adaxial, rojizo la 1/2 distal externamente, cremoso interiormente, lustroso externamente, ciliado rodeado por una densa cobertura de pelos simples eglandulares transparentes externamente, glabro interiormente, suculento, ligeramente sobresalientes las nervaduras principales, (5-) 5,8-6,1 cm de diámetro del limbo en la antésis; sépalos 5, oblongos redondeados en el ápice, acuminado por la prolongación excéntrica de las nervaduras principales a 2-4 mm del ápice, amarillo o rojizo el área central con los márgenes ligeramente transparentes externa e interiormente, ciliados rodeados por una densa cobertura de pelos simples eglandulares transparentes externamente, glabros interiormente, membranáceos, nunca reflexos, ligeramente revolutos en el borde, ligeramente sobresalientes las nervaduras principales, 3,7-3,8 cm de largo por 2,1-2,2 cm de ancho; pétalos 5, oblongos, redondeados en el ápice, rojizos los 3/4 distales, amarillentos el 1/4 basal externa e interiormente, glabros externa e interiormente, glabros en los bordes, membranáceos, nunca reflexos, nunca revolutos, ligeramente sobresalientes las nervaduras principales, amarillentas, 3-3,2 (-4) cm de largo por 2-2,5 cm de ancho; tubo 5,2-5,4 cm de largo por 2,4-2,5 cm (distal), 1,7-1,8 cm (basal) de diámetro. Corona 2 seriados; dientes filamentosos externos largos, triangulares aplanados o deltoideos, ligeramente inclinados hacia un costado, blanco-cremosos, glabros, 5-6 mm de largo por 2-3 mm de diámetro; una serie de dientes internos cortos. Limen carnoso, blanco-cremoso, glabro, 1,5-1,8 cm de diámetro; insertos a 0,7-1 cm del área basal del hipanto. Androginóforo filiforme, 5-costado, blanco-cremoso a veces verdoso, ciliado rodeado por una densa cobertura de pelos simples eglandulares transparentes en toda su longitud, 4-4,2 (-4,5) cm de longitud, inserto a 7-9 mm del borde basal del hipanto. Estambres 5, connivententes, exertos a veces inclusos, zigomorfos; filamentos estaminales

homodínamos; área libre de los filamentos semirrollizos (aplanados), blanco-cremosos, glabros, (13-) 18-21 mm de longitud; anteras lineares, versátiles, dorsifijas, amarillas, sin mucrón apical, glabras, 15-16 mm de largo por 3-4 mm de diámetro. Ovario súpero, 3-locular, multiovular, oblongo, cremoso, sin disco nectarífero, pubescente rodeado por una densa cobertura de pelos simples eglandulares transparentes, 10-costado, (8,5-) 10-11 mm de largo por 6-7 mm de diámetro; estilo rollizo, blanco-cremoso, glabro, 2,8-3 mm de longitud; ramas estigmáticas 3, zigomorfas, filiformes ampliándose ligeramente hacia el área distal, blanco-cremosos, glabros, suculentos, (12-) 15-18 mm de longitud; estigmas 3, capitados, tribobados, verde-oscuro, 5-5,2 (-7,5) mm de diámetro. **Baya** péndula, oblonga, serícea, 4-5 cm de largo por 4-4,5 cm de diámetro; cáliz fruticoso merscecente. **Semillas** numerosas, lateralmente compresas, oblongas, suborbiculares, rodeadas por un arilo anaranjado.

Material adicional examinado

PERÚ. **Dpto. La Libertad**, Prov. Otuzco, Distrito Salpo, Shitahuara (al norte de Salpo), arbusto trepador de 1-2 m de longitud, hojas seríceas, flores rojas, sin fruto. "puro puro", 3480 m, 3-III-1999, *S. Leiva 2255* (HAO, HUT); 7º59'50,4"S y 78º36'46,0" W, 3450 m, 16-II-2005, *S. Leiva 3009* (CORD, F, MO, HAO, HUT).

Passiflora salpoense S. Leiva & Tantalean guarda relación con su especie hermana *P. mathewsii* (Mast.) Killip in Journ. Wash. Acad. Sci. 17: 428 (1927), sinónimo *Tacsonia mathewsii* Mast., Fl. Bras. 13 (1): pt, 1, 539 (1872), Holótipo: K. que habita en Ecuador (Holm-Nielsen *et al*., 1988) y Perú (Chachapoyas, cerro Uruchalda a los 3350 m de elevación; asimismo, en el Dpto. Lambayeque, Prov. Ferreñafe: Incahuasi y Kañaris) porque ambas tienen las flores ligeramente erectas, hojas trifoliadas, coriáceas, serruladas en los márgenes, sépalos oblongos con un apéndice excéntrico por la prolongación de la nervadura principal, pétalos oblongos, rojizos a rosados o rosado-púrpura externa e interiormente, limen blanco, androginóforo blanco-cremoso, ovario elipsoidal u oblongo, ciliado, bayas seríceas. Pero, *P. salpoense* tiene el peciolo con dos nectarios, uno a cada lado en el área distal, estípulas semitriangulares, corona 2-seriada, filamentos externos largos triangulares o deltoideos blanco-cremosos, y un anillo de filamentos cortos interiormente, estambres y estilos zigomorfos, bayas oblongas. En cambio, *P. mathewsii* posee en el peciolo 6-8 glándulas nectaríferas pareadas, estípulas lineares a reniformes, corona uniseriada reducida a un anillo púrpura con dientes blancos, estambres y estilos actinomorfos, bayas ovoides.

Distribución y ecología: Especie con distribución limitada y aparentemente endémica a la zona de recolección en donde habitan unos 80 individuos. A pesar de haberse efectuado recolecciones aledañas, solamente a sido encontrada en el lugar denominado Shitahuara (al norte de Salpo), Distrito Salpo, Prov. Otuzco, Dpto. La Libertad, Perú, alrededor de los 7º59'50,4"S y 78º36'46,0" W, y entre los 3450-3490 m de elevación, como un integrante de la vegetación herbácea y arbustiva, prefiere suelos húmedos, tierras negras con abundante humus, entre rocas grandes, y vive asociada con plantas de *Rubus floribundus* Kunth "zarza"; *Hesperomeles cuneata* Lindl. (Rosaceae), *Jaltomata ventricosa* (Baker) Mione, "sogorome" (Solanaceae); *Barnadesia dombeya* Less. "punás", *Bidens pilosa* L. "cadillo"; *Verbesina arborea* Kunth (Asteraceae); *Calamagrostis vicunarum* (Wedd.) Pilg. "ichu" (Poaceae); *Echeveria peruviana* Meyen "siempre viva" (Crassulaceae); *Ephedra americana* Humb. & Bonpl. ex Willd. "pinco pinco" (Ephedraceae); y los géneros *Baccharis* L. (Asteraceae), *Tillandsia* L. (Bromeliaceae), *Pteromonnina* B. Eriksen (Polygalaceae), *Salvia* L. (Lamiaceae), entre otros.

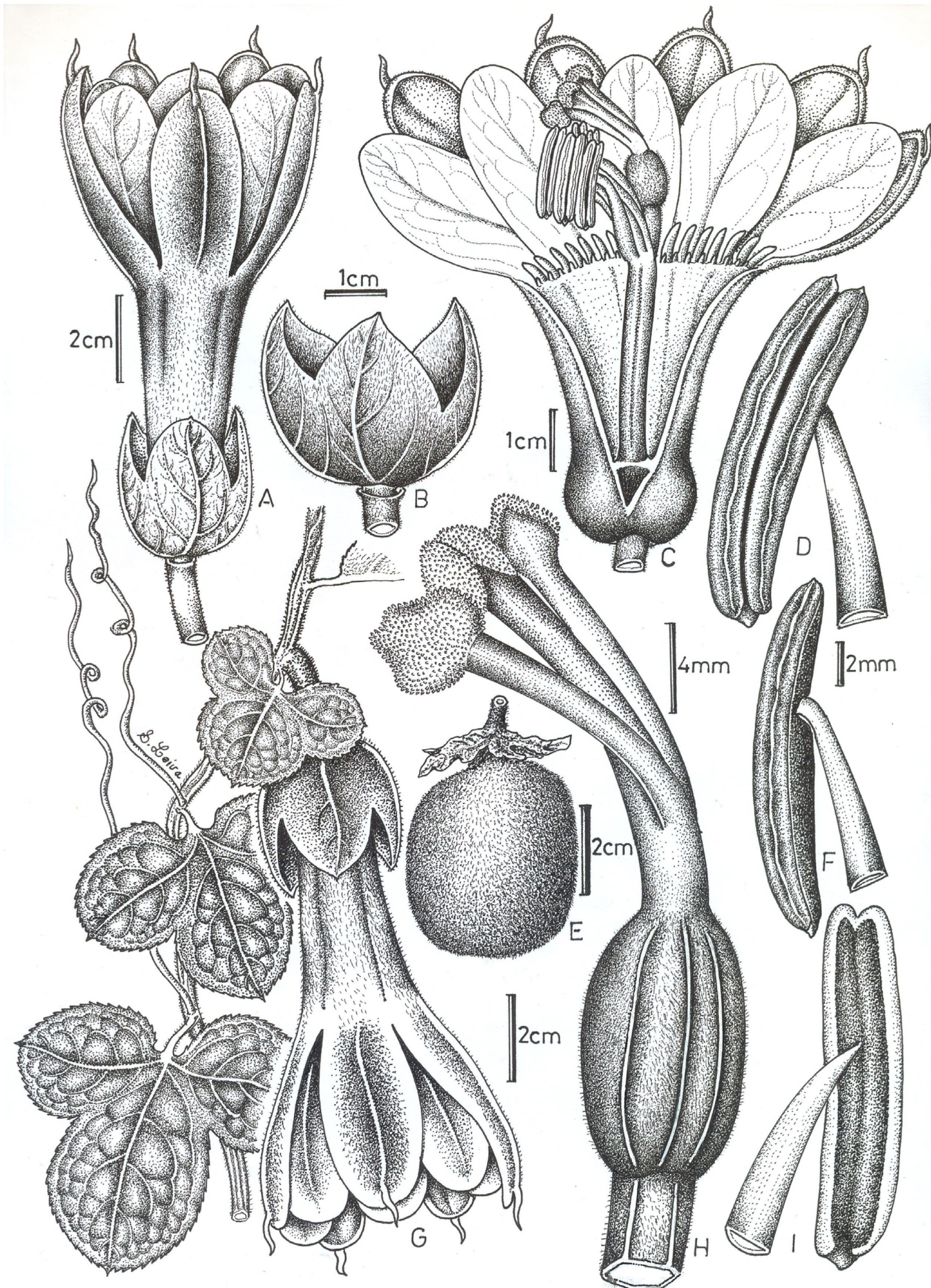


Fig. 1. *Passiflora salpoense* S. Leiva & Tantalean, A. Flor en antésis; B. Calículo; C. Hipanto desplegado; D. Antera en vista ventral; E. Baya; F. Antera en vista lateral; G. Rama florífera; H. Gineceo; I. Antera en vista dorsal. (Dibujado de S. Leiva & M. Leiva 5806, HAO).

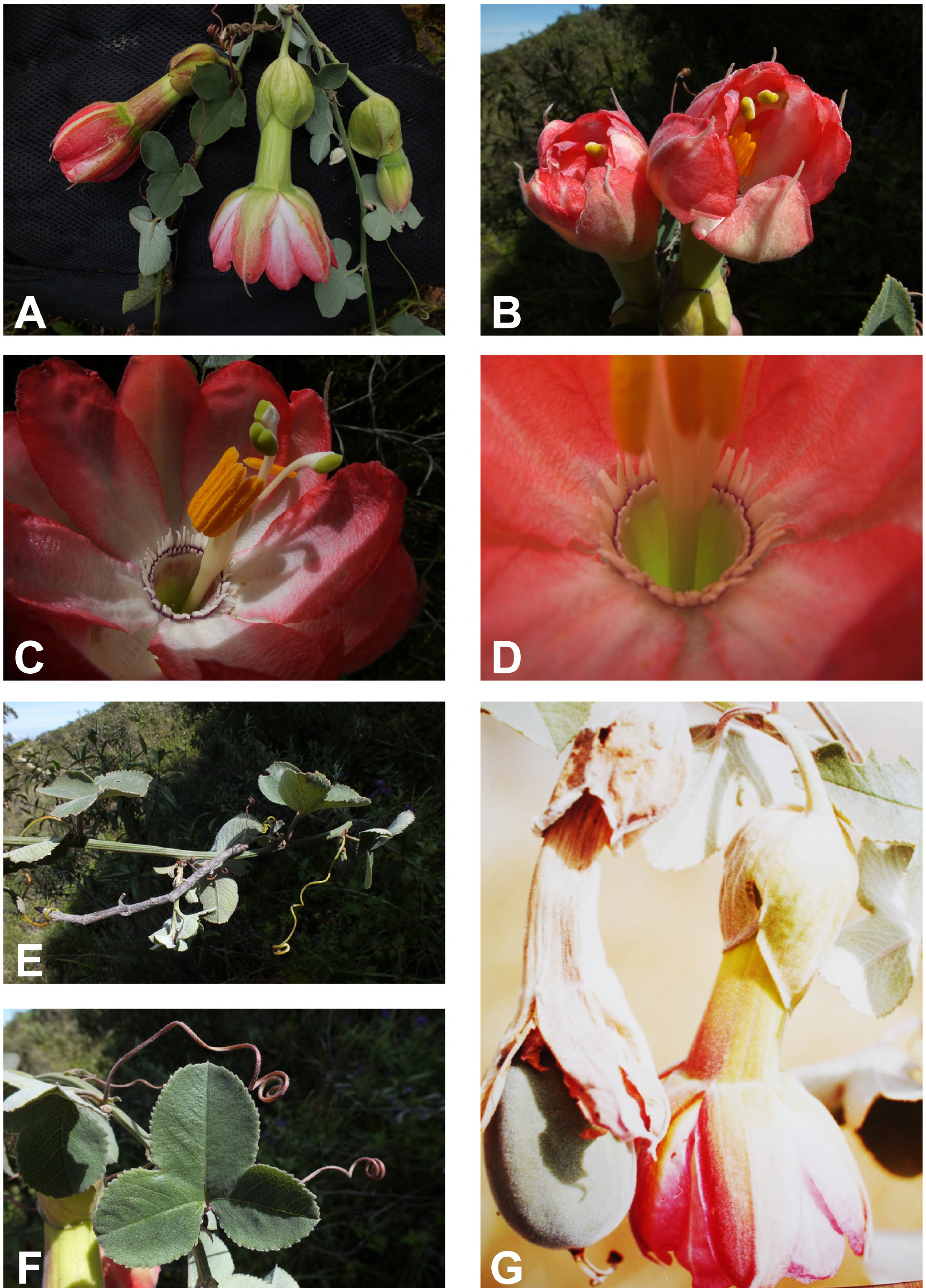


Fig. 2. ***Passiflora salpoense*** S. Leiva & Tantalean, A. Ramaflorifera; B. Flores en antésis; C. Androceo y Gineceo; D. Corona; E. Tallo y hojas; F. Hoja; G. Fruto y flor (Fotografías de S. Leiva & M. Leiva 5806, HAO).

Fenología: Es una especie perenne, que brota con las primeras lluvias de noviembre o diciembre, para luego florecer y fructificar desde el mes de marzo hasta finales de abril o mayo.

Estado actual: Utilizando los criterios del IUCN (IUCN 2012) *P. salpoense* es considerada en peligro crítico (CR). La extensión de su rango de distribución es de un radio menor a 100 km^2 en los alrededores del lugar denominado, Shitahuara (al norte de Salpo), siendo ésta la única localidad donde se ha recolectado (Criterio B1). Asimismo, se han encontrado unos 80 individuos maduros en la población (Criterio D), siendo influenciada directamente por el centro urbano que transita por la ruta entre Salpo hacia Shitahuara. Sin embargo, no se ha evaluado si existe una declinación del rango de distribución y del área de ocupación, siendo de necesidad urgente de un estudio en profundidad de la ecología, estructura poblacional y distribución de esta especie, para esclarecer su estado de conservación. Pero, mientras se conserve el área geográfica, esta especie no estará en peligro de extinción.

Nombre vulgar: "puro puro" (En boleta, S. Leiva 2255, HAO)

Usos: Las plantas muy bien pueden ser usadas en floricultura, por los intensos colores anaranjado-rojizas de sus flores. Asimismo, sus frutas, son consumidas frescas por los pobladores, especialmente por los niños pastores de la zona, por su exquisito sabor; también, se propone propagarlos en gran escala para ser envasados y comercializarlos en los supermercados.

Etimología: El epíteto específico hace alusión al Distrito de Salpo, Prov. Otuzco, Dpto. La Libertad, Perú, un hermoso y próspero Distrito, y que entre sus cerros, valles y ríos guarda una diversidad biológica y cultural la cual requiere de más estudios.

Agradecimientos

Nuestra gratitud a las autoridades de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, por su constante apoyo y facilidades para la realización de las expediciones botánicas. A la Red Latinoamericana de Botánica (RLB) por la beca otorgada al primer autor (S. L. G.) para su viaje al Museo Botánico de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, para realizar estudios de perfeccionamiento en la familia Solanáceas, bajo la tutoría de dos destacados maestros quien fuera el profesor Ing. Armando T. Hunziker y el Dr. Gabriel Bernardello. Nuestro reconocimiento al Prof. Luis Chang Chávez, del Museo de Historia Natural y Cultural de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, Perú, por su ayuda en la redacción del abstract y las diagnosis. Nuestro agradecimiento, a la Dra. Gloria E, Barboza del Museo Botánico de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentinal y, a la Dra. Nancy Refulvio de la Universidad de Washington U. S. A. por habernos facilitado la literatura pertinente para concretar nuestro trabajo.

Literatura citada

APG III. 2015. Angiosperm Phylogeny website, version 13, disponible en www. mobot.org/MOBOT/research/APweb.

Brako, L. & J. Zarucchi. 1993. Catálago de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Missouri Botanical Garden, St. Louis.

Escobar, L. K. 1986. New species an Varities of *Passiflora* (Passifloraceae) from the Andes of South America. Systematic Botany 11: 88-97.

Esquerre, B.; C. Rojas; S. LLatas & E. Delgado. 2014. El género *Passiflora* L. (Passifloraceae) en el Departamente Lambayeque, Perú. Acta Botánica Malacitana 39, 55-70.

Esquerre, B. 2015. A new species of *Passiflora* supersection Tacsonia (Passifloraceae) from Amazonas Northern Peru. Phytotaxa 202 (4): 266-272.

Holm-Nielsen, L. B.; P. M. Jørgensen & J. E. Lawesson. 1988. Passifloraceae. Fl. Ecuador 31: 1-130.

IUCN. 2012. The IUCN Red List of threatened species, version 2012.1. IUCN Red List Unit, Cambridge, UK, Available from: http://www.iucnredlist.org/ (accessed: 16 abril 2013).

Killip, E. P. 1938. The American Species of Passifloraceae. Publ. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 19 (1-2): 1-613.

Leiva, S.; M. Zapata; G. Gayoso; L. Chang & M. Leiva. 2013. Frutas silvestres con potencial vitamínico de los Andes Centrales de América. Arnaldoa 20 (2): 315-358.

MacDougal, J. 1994. Revision of *Passiflora* Subgenus *Decaloba* Section Pseudodysosmia (Passifloraceae). Systematic Botany Monographs vol. 41. 1-146.

Skrabal, J.; H. Tillich & M. Weigend. 2001. A revisión of the *Passiflora lobbii* group (Passifloraceae) including new species and subspecies. Harvard Pap. Bot. 6: 309-338.

Thiers, B. [continuamente actualizada]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium.

http://sweetgum.nybg.org/ih/ (accedido en septiembre de 2013).

Ulmer, T. & J. M. MacDougal. 2004. *Passiflora* Passiomflowers of the World. Timber Press, Portland.

Ulloa, C.; J. Zarucchi & B. León. 2004. Diez años de adiciones a la flora del Perú: 1993-2003. Arnaldoa, Edición Especial, 7-242.

Weigend, M. 2002. Observations on the Biogeography of the Amotape-Huancabamba Zone in Northern Peru. *In*: K. Young *et al*., Plant Evolution and Endemism in Andean South America. Bot. Review 68 (1): 38-54.

Weigend, M. 2004. Additional observations on the biogeography of the Amotape-Huancabamba zone in Northern Peru: Defining the South –Eastern limits. Rev. Peruv. Biol. 11 (2): 127-134.

ANEXO

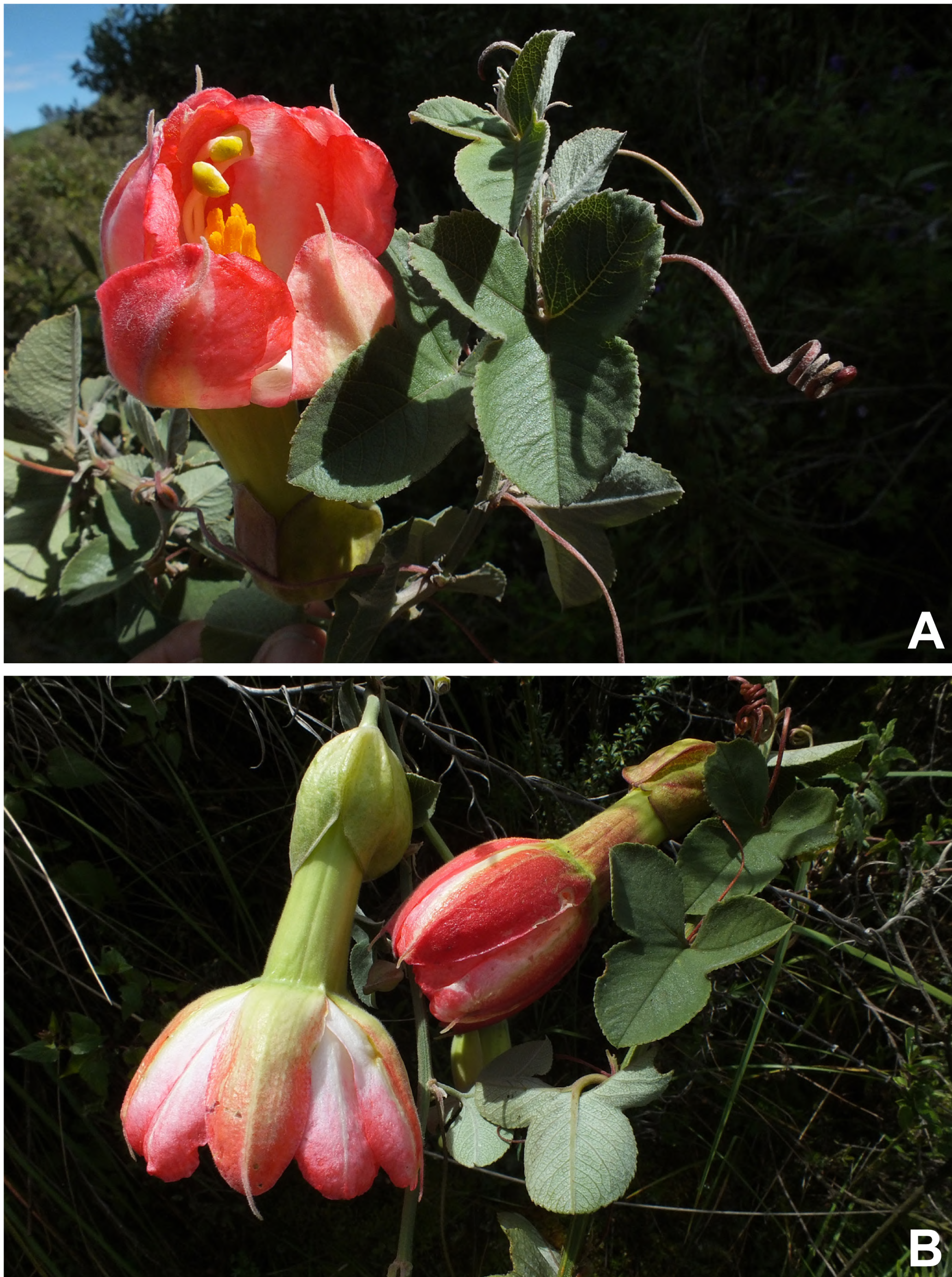


Fig. 3 A Flor Vista interna; B Rama Florifera (Fotografías de S. Leiva & M. Leiva 5806, HAO)



Fig. 4 A Flores en disposición horizontal; B Flor vista lateral (Fotografías de S. Leiva & M. Leiva 5806, HAO)

Arnaldoa 22 (1): 49 - 58, 2015 ISSN: 1815-8242

Ethnobotany of analgesic/ stimulant plants used by the inhabitants of Ajloun, Northern Jordan

Etnobotánica de las plantas analgésicas/ estimulantes usadas por los habitantes de Ajloun, norte de Jordania

Saleh Al-Quran
Dept.of Biology, Mutah University, Karak, Jordan

Abstract

All medicinal plants that showed the therapeutic effects as analgesic/stimulant by the inhabitants of Ajloun in the northern parts of Jordan during March 2011 to May 2013 were recorded and listed with full information. A total of 35 plant species belonging to 21 families are identified which are being used by the people of the study area. Data collected absolutely as the outcome of the methodology relied predominantly on qualitative tools such as informal meetings with the local people, open discussions and observation, which enabled the presentation of accurate account of knowledge routed via oral sources The medicinal plants investigated are divided into seven main categories relative to their own mechanism of effect. The present study provides baseline data on analgesic/stimulant properties of native medicinal wild plants that can be more protected from over exploitation from one side, and further investigated by pharmaceutical industry for screening new active compounds from another side.

Keywords: Ethnobotany, analgesic, stimulant plants, inhabitants of Ajloun, Northern Jordan.

Resumen

Todas las plantas medicinales que mostraron efectos terapéuticos como analgésicos/estimulantes en los habitantes de Ajloun, en el norte de Jordania, entre marzo de 2011 y mayo de 2013 fueron registradas y listadas con información completa. Un total de 35 especies de plantas pertenecientes a 21 familias han sido identificadas, las cuales son utilizadas por la población del área de estudio. La información fue recogida en su totalidad como resultado de la metodología basada predominantemente en herramientas cualitativas, tales como reuniones informales con la población local, discusiones abiertas y observación, lo cual permitió la presentación de un recuento preciso de conocimientos provenientes de fuentes orales. Las plantas medicinales estudiadas se dividen en siete categorías principales según sus mecanismos de efecto. El presente estudio proporciona información que sirve de línea de base en lo referente a propiedades analgésicas/estimulantes de plantas medicinales nativas silvestres que deben recibir más protección de la explotación, por un lado, y mayores estudios por parte de la industria farmacéutica para determinar nuevos principios activos, por otro lado.

Palabras clave: Etnobotánica, analgésicos, plantas estimulantes, habitantes de Ajloun, Norte de Jordania.

Introduction

Jordan territories are located in the center of the Middle East between longitudes 35^{0} 40′ and 39^{0} E and between latitudes 29^{0} 30′ and 34^{0} N with total area estimated in approximately 90 000 square kilometers, extending in the transition region the Middle East countries, Syria and Lebanon from north, Iraq and Saudi Arabia from east, Egypt and Saudi Arabia from the south and Palestine from the west. Jordan generally exhibited the climate of desert or semi-desert with an arid climate, with few large natural wetlands, (Al-Eisawi,1982; 2012; Al-Eisawi *et al.*, 1998; Friedman *et al.*, 1986; Al-Quran, 2009; Zohary, 1973; Zohary & Feinbrun-Dothan,1962-1988).

This topographical diversity of Jordan, which creates varied ecological conditions within a limited area contributes to this wealth of plant diversity especially at the level of plant genera and species, so Jordan is of great interest because it is the meeting place of the Mediterranean, Irano-turanian, Saharo-arabian regions and the Nubo-sudanian regions. Because Jordan is situated at the junction of these different phyto-geographical regions,

the Irano-turanian, Afro-subtropical and Mediterranean, it acts as a floral bridge between the continents of Asia, Africa and Europe, so the flora includes a mixture of these elements together: *Juniperus phoenicea, Cupressus sempervirens, Pinus halepensis, Quercus coccifera* and *Ziziphus spina-christi* (Friedman *et al*.,1986; Heinrich, 2000; 2002; Karim & Al-Quran, 1988; Al-Eisawi,1982; Al-Quran, 2005; 2007; Zohary, 1973).

Indigenous remedies now days occupying a good position since it is safe and inexpensive, which gives it popularity among both rural and urban areas. So the information about ethnic groups or indigenous traditional medicine has played a vital role in the discovery of active constituents from medicinal plants.

The study area is located within Ajloun mountains at an elevation between 1100 to 1300 m above the sea level. This area is dominated by Mediterranean habitat since it is influenced by the westerly fronts' currents associated with winter precipitation, so the cold snowy winter is the general climate. The mean annual precipitation is of 635 mm in winter while the spring months tend to be wetter with average precipitation about 200 mm. The mean summer temperature is 24 ◦C while 2–6 ◦C is the average winter temperature (Al-Genidi, 1992; Lemon *et al*., 2003; Jones & Clarke, 1990).

The main aim of the present study was to document the indigenous therapeutic uses of the investigated medicinal plants used as analgesic/stimulant by the local people living in this area for which no literature is still available concentrating on this special issue.

Material and methods

The researcher methodology relied predominantly on qualitative tools such as informal meetings with the local people, open discussions and observation, which enabled the presentation of accurate account of knowledge routed via oral sources (Al-Quran, 2009). The study area is located within Ajloun mountains which is dominated by Mediterranean habitat, so the vegetation cover is mainly dominated by Mediterranean phyto geographical element dominated by *Pinus*, *Arbutus*, *Quercus* and *Pistachia*.

All collected specimens of wild medicinal plants that classified and identified were constructed in form of table containing the relevant information. The survey was unique and conducted during the period from March 2011 to May 2013 from four sites of the study area depending on collection of voucher specimens, identifying and classifying of these edible plant specimens. The field work is including also in addition to the field observation, the photographing of the specimens in the field directly. The four study sites were conveniently selected based on vegetation cover and altitudes, transect walks were carried out with local people for collection of correct species with their original habitat. Collected data was also cross checked in different areas from local informants either by showing the plant specimen or telling local names to the informants. Specimens were identified with the help of available literature (Al-Quran, 2005; 2007; 2009).

Results

All results concerning the wild medicinal plant species are listed with full information mentioning scientific names; family; local names; parts used; method of administration (Table 1).

Discussion

Analgesic and stimulant effects of plants

are two broad and contradictory concepts, beyond them many therapeutic effects are categorized especially expectorant, antispasmodic, diaphoretic, antipyretic, aphrodisiac, CNS stimulant, narcotic, antidysenteric, neurotonic, relefing headache and meningitis, storative, sedative, anti tussive, cardio tonic, depressing nerve ends, anti rheumatic, anti epileptic, hypnotic and muscular relaxant. In the present analysis, 35 plant species belonging to 21 families have been documented for their analgesic/stimulant therapeutic uses. All of the investigated species were wild. The most commonly reported families were: Lamiaceae (=Labiatae), Rosaceae, Asteraceae (=Compositae), Fabaceae (=Leguminosae) and Apiaceae (=Umbelliferae). The plant parts used ranged from leaves (16), bulbs (2), roots (3), whole plant (1), flowers (2), aerial parts (3), fruits (7), and latex (2). The method of administration falls into four categories; paste, cream, juice (syrup), cooked as food, mixed with dairy products, pickled and decoction. The soaking in hot or warm water either for fresh or dried specimens.

Although this indigenous type of knowledge is well-known, but some plant species are still not known especially with regard to the analgesic/stimulant properties.

The therapeutic use of plant species reported with analgesic/stimulant properties is rarely reported specifically as in this report. So, screening for active chemical constituents from these investigated wild medicinal plants is considered the major step towards establishing a good knowledge base. Further more; testing their biological activities against infectious organisms is the ultimate need in order to establish scientific ground for searching new active compounds. Present investigation provides baseline information to screen out biological activities of these valuable plants in order to develop new analgesic and stimulant medicines from plant origin.

The mechanism of plant effect as analgesic and stimulant is varied among the plants:

(1) some plants like *Eupatorium cannabinum* L, *Lactuca virosa* L., *Arbutus andrachne* L. and *Hyoscyamus aureus* L. have higher level of analgesic effect in form of hypnotic or even narcotic, so these plants must be taken carefully with very small dosages because absolutely the increasing of dosages will lead to more deteriorated situation among the patients taking this type of plant cure. (2) Some medicinal plants having diaphoretic effects associated with antipyretic symptoms like *Anchusa strigosa* Banks & Sol. and *Cyperus longus* L. (3) Some medicinal plants have high level of stimulation properties reaching the sexual capabilities known as aphrodisiac like *Smilax aspera* L. and *Echium italicum* L. (4) some medicinal plants investigated having antispasmodic properties as analgesic effect, these are including *Calotropis procera* W. T. Aiton, *Potentilla reptans* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn., *Echinops ritro* L., *Lablab purpureus* (L.) Sweet, *Hypericum triquetrifolium* Turra, *Ballota nigra* L., *Origanum vulgare* L., *Salvia fruticosa* Mill., *Prosopis farcta* (Banks & Sol.) J. F. Macbr., *Asphodelus fistulosus* L., *Papaver rhoeas* L., *Adonis aestivalis* L., *Ruta chalepensis* L., *Solanum americanum* Mill. and *Apium graveolens* L. (5) some medicinal plants have expectorant effect associated with sedative and relaxant of headache, meningitis, infants' teething and rheumatic pains like *Ammi visnaga* (L.) Lam., *Styrax officinalis* L., *Solanum americanum* Mill., *Anemone coronaria* L., *Origanum vulgare* L., *Iris petrana* Dinsm., *Lolium temulentum* L., *Capparis spinosa* L.

and *Adiantum capillus-veneris* L. (6) some medicinal plants have direct stimulation effect on central nervous system (CNS), anti epileptic and nerves as neuro tonic like *Anthemis cotula* L., *Echinops ritro* L. and *Ruta chalepensis* L. (7) some plants have anti dysenteric properties associated with anti tussive effect like *Thymus mongolicus* (Ronniger) Ronniger, *Potentilla reptans* L., *Prosopis farcta* (Banks & Sol.) J. F. Macbr. and *Papaver rhoeas* L.

Literature cited

AL-Eisawi, D. M. 1982. List of Jordan Vascular Plants. Mitt. Bot. München, 18: 79-182.

Al-Eisawi, D. 2012. Conservation of Natural ecosystems in Jordan, Pak. J. Bot., 44: 95-99.

Al-Eisawi, D. M.; S. O. El-Oqlah & J. Lahham. 1998. Plant biodiversity in Jordan. *In:* Plant Genetic Resources of Jordan. Proceedings of a National Seminar, 2-4 August, 1994. Amman, Jordan. (Ed.): A. A. Jaradat. IPGRI, West Asia and North Africa Regional Office. Aleppo, Syria. pp. 272.

Al-Genidi, M. 1992. Plants of Eastern Arab Countries and their Economical Importance. Dar Al-Ibdaa, Amman, Jordan.

Al-Qura'n, S. 2005. Ethnobotanical Survey of Folk Toxic Plants In Southern Part of Jordan. Toxicon, 46: 119.

Al-Quran, S. A. 2007. Ethnobotany of Folk medicinal plants in southern Jordan. Dirasat 34 (1): 22-30.

Al-Quran, S. 2009. Ethnopharmacological survey of wild medicinal plants in Shawbak, Jordan. J. Ethnopharmacol., 123: 45-50.

Friedman, J.; Z. Yaniv; A. Dafni & D. Palevitch. 1986. A preliminary classification of the healing potential of medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among Bedouins in the Negev desert, Israel. Journal of Ethnopharmacology 16: 275-278.

Heinrich, M. 2000. Plant resources of south-East Asia, no.12 (1). Medicinal and poisonous plants 1. Phytochemistry 53: 619-620.

Heinrich, M. 2002: Plant resources of south-east Asia 12 (2): Medicinal and poisonous plants. Journal of Ethnopharmacology 81: 139-140.

Jones, T. A. & J. E. Clarke. 1990. Azraq Oasis, Jordan. Ramsar Convention. Monitoring Procedure Report No. 16. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.

Karim, F. & S. Al-Qura'n. 1986. Medicinal plants of Jordan. Yarmouk University Press, Irbid, Jordan. pp. 11-30.

Karim, F. & S. Al-Quran. 1988. Wild Flowers of Jordan. Yarmouk University Publications, Jordan. pp. 22-43.

Lemons, J.; R. Victor & D. Schaffer. 2003. Conserving biodiversity in arid regions, best practices in developing nations. Kluwer Academic Publishers. Boston, Dordrecht, London, pp. 493.

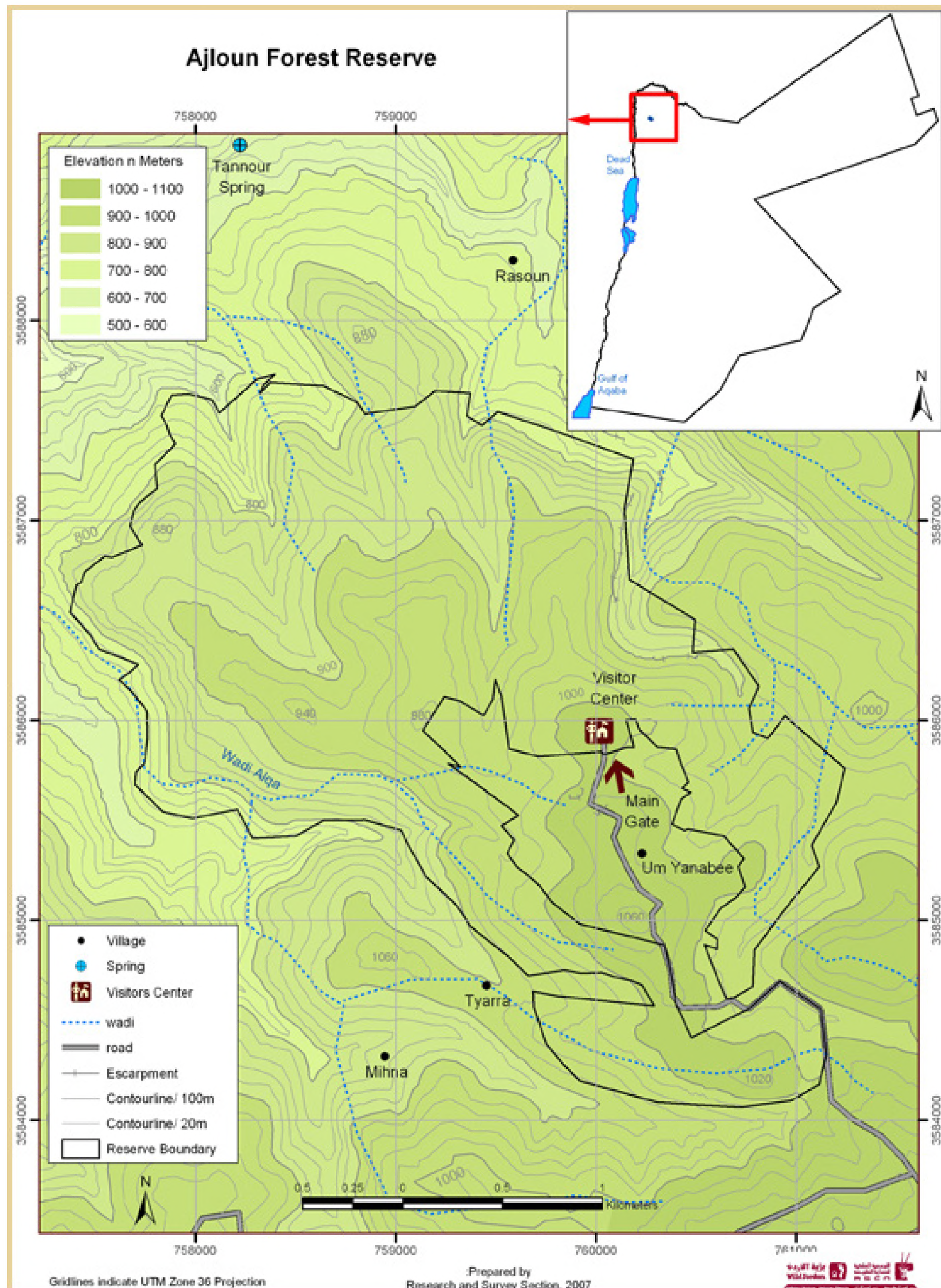
Zohary, M. & N. Feinbrun-Dothan. 1962-1686. Flora Palaestina, Hebron University Press, Jerusalem, pp. 77-90.

Zohary, M. 1973. Geobotanical foundations of the Middle East. Gustav Fisher Verlag Stuttgart, pp. 30-55.

Plant no.	Plant species	Common name	Family	Part used	Analgesic /Stimulant use	**Administration** attention: some plant extracts must taken in very small dosages because of toxicity
1.	*Adiantum capillus-veneris* L.	Venus hair	Adiantaceae	Aerial parts	Expectorant	Soaked in boiled water and used as syrup one time daily.
12.	*Calotropis procera* W. T. Aiton	Common name	Apocynaceae	Leaves	Antispasmodic for gastric diseases	Cooked with food when needed
5.	*Anchusa strigosa* Bank & Sol.	Bugloss	Boraginaceae	Roots	Diaphoretic, antipyretic	Soaked in hot water, cool and oral taken in the morning.
17.	*Echium italicum* L.	Blue weed	Boraginaceae	Roots	aphrodisiac	Boiled in water, as syrup whenever needed
13.	*Capparis spinosa* L.	Caper bush	Capparaceae	Fruits	Expectorant	Taken as pickle in the morning
7.	*Anthemis cotula* L.	Anise	Asteraceae	flowers	CNS stimulant	Soaked in hot water, cool and oral taken one time a day.
18.	*Eupatorium cannabinum* L.	Water hemp	Asteraceae	leaves	Narcotic	Soaked in hot water, oral taken in the morning.
22.	*Lactuca virosa* L.	Great lettuce	Asteraceae	Leaves and latex	Narcotic	Soaked and taken as skin paste when needed
26.	*Potentilla reptans* L.	Five leaf grass	Rosaceae	Leaves	Antidysenteric, antispasmodic	Soaked in hot water, oral taken one time a day
30.	*Silybum marianum* (L.) Gaertn.	Milk thistle	Asteraceae	Aerial parts	Antispasmodic	Oral taken as salad when needed
14.	*Cyperus longus* L.	Adrupe	Cyperaceae	Whole plant	Diaphoretic	Soaked in hot water and oral taken

16.	*Echinops ritro* L.	Globe thishle	Asteraceae	Seeds	Neurotonic, antispasmodic	Boiled, cool and taken as syrup
9.	*Arbutus andrachne* L.	Pea nut	Ericaceae	Leaves and fruits	Narcotic	Boiled in water, as skin paste wherever needed.
15.	*Lablab purpureus* (L.) Sweet	Lablab bean	Fabaceae	Seeds	Aphrodisiac, antispasmodic	Soaked in hot water, as skin paste when needed
23.	*Lolium temulentum* L.	Darnel, rey grass	Poaceae	Seeds	For headache and meningitis	Boiled in water, as syrup whenever needed
20.	*Hypericum triquetrifolium* Turra	St.John's wort	Hypericaceae	leaves	Antispasmodic	Soaked in hot water, oral taken in the morning in small dosages
21.	*Iris petrana* Dinsm.	Iris, orris	Iridaceae	Bulbs	Expectorant for teething infants.	Soaked in hot water, oral taken in the morning in small dosages
11.	*Ballota nigra* L.	Black hemp-nettle	Lamiaceae	Leaves	Antispasmodic, restorative	Soaked in hot water, cool and oral taken one time daily.
24.	*Origanum vulgare* L.	Organy	Lamiaceae	Leaves	Expectorant and antispasmodic	Soaked in hot water, oral taken when needed
29.	*Salvia fruticosa* Mill.	Sage, Clary	Lamiaceae	Leaves	Sedative for wounds healing	Soaked in hot water, as skin cream when needed.
34.	*Thymus mongolicus* (Ronniger) Ronniger	Thyme	Lamiaceae	Aerial parts	Antispasmodic, anti tussive	Oral taken as fresh arfter soaked in warm water
4.	Anagyris foetida L.	Red pimpernes	Fabaceae	Leaves and fruits	Depress never ends	Boiled in water, taken as cream whenever needed in small dosages.
27.	*Prosopis farcta* (Banks & Sol.) J. F. Macbr.	Locust pods	Fabaceae	Fruits	Antidysenteric, antispasmodic	Boiled in water, as skin cream whenever needed
10.	*Asphodelus fistulosus* L.	Asphodel	Xanthorrhoeaceae	Leaves	antispasmodic	Soaked in hot water, as skin cream in small dosages.
31.	*Smilax aspera* L.	Smilax	Smilacaceae	Fruits	Aphrodisiac, tonic	Soaked in hot water, oral taken in the morning.
36.	*Drimia maritima* (L.) Stearn	Squil white	Asparagaceae	Bulbs	Cardiotonic	Soaked in hot water, skin cream in the morning in small dosages

25.	*Papaver rhoeas* L.	Poppy	Papaveraceae	Latex and seeds	Antidysenteric, antispasmodic	Soaked in hot water, taken as skin paste in the morning in small dosages
2.	*Adonis aestivalis* L.	Adonis	Ranunculaceae	Roots	Antispasmodic	Boiled in water, cool, as syrup on the morning in small dosage.
6.	*Anemone coronaria* L.	Bugloss	Ranunculaceae	leaves	Sedative, anti rheumatic	Dried, as paste and taken wherever needed in small dosages.
28.	*Ruta chalepensis* L.	Rue	Rutaceae	Leaves	Antispasmodic , antiepileptic	Mixed with dairy derivatives especially margarine
19.	*Hyoscyamus aureus* L.	Hanbane	Solanaceae	leaves	Narcotic, hypnotic	Dried and soaked, as skin paste in the morning in small dosages.
32.	*Solanum americanum* Mill.	Black night shade	Solanaceae	Fruits	Antispasmodic, anti rheumatic	Soaked in hot water, taken as skin cream in the morning in small dosages
33.	*Styrax officinalis* L.	Storax	Styracaceae	Leaves	Expectorant for diphtheria and leucorrhoea	Soaked in hot water, as skin cream in the morning.
3.	*Ammi visnaga* (L.) Lam.	Pick tooth	Apiaceae	Fruits and seeds	Muscular relaxant of uterus and arteries	Dried and soaked, as skin paste whenever needed in small dosages.
8.	*Apium graveolens* L.	Greater snapdragon	Apiaceae	Leaves and flowers	Antispasmodic	Dried and soaked, taken as skin paste one time a day.
35.	*Tribulus terrestris* L.	Burra, gookerou	Zygophyllaceae	Fruits	Aphrodisiac	Boiled in water, as skin paste whenever needed



Ajloun Forest Reserve
Elevation n Meters
1000 - 1100
900 - 1000
800 - 900
700 - 800
600 - 700
500 - 600
Tannour Spring
Rasoun
Dead Sea
Gulf of Aqaba
N
Wadi Alqa
Visitor Center
Main Gate
Um Yanabee
Tyarra
Mihna
Village
Spring
Visitors Center
wadi
road
Escarpment
Contourline/ 100m
Contourline/ 20m
Reserve Boundary
Kilometers
758000
759000
760000
3588000
3587000
3586000
3585000
3584000
Gridlines indicate UTM Zone 36 Projection
Prepared by
Research and Survey Section, 2007

Arnaldoa 22 (1): 59 - 72, 2015 ISSN: 1815-8242

Glaucium pollen interactions with *Chondropyga dorsalis* (Coleoptera) in Jordan

Interacciones del polen de *Glaucium* con *Chondropyga dorsalis* (Coleoptera) en Jordania

S. Al-Qura'n
Mu'tah University, Department of Biology, Faculty of Science, Karak, Jordan

Abstract

Chondropyga dorsalis, a coleopteran species known as *Glaucium* pollen collector from three *Glaucium* species, was investigated. Pollen grains of three *Glaucium* species were investigated palynologically by LM and SEM. The three *Glaucium* species examined were *Glaucium aleppicum* Boiss. & Hausskn., *Glaucium arabicum* Fresen. and *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph. All of these investigated species have pollen 3-zonocolpate. Polar measurements ranges are (24-27) µm for *Glaucium aleppicum* Boiss. & Hausskn., (28-30) µm for *Glaucium arabicum* Fresen. and (31-36) µm for *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph. Equatorial measurements are (21-26) µm for *Glaucium aleppicum* Boiss. & Hausskn., (24-31) µm for *Glaucium arabicum* Fresen. and (25–36) µm for *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph. P/E ratio for the investigated species ranges between 0.9-(1.09)-1.19 for *Glaucium aleppicum* Boiss. & Hausskn., 0.86-(1.08)-1.25 for *Glaucium arabicum* Fresen. and 0.90-(1.10)–1.55 for *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph. Pollen outline for the investigated *Glaucium* species has been recognized, the equatorial view for all *Glaucium* species examined was circular; the polar view was elliptic. P/E ratio pollen outline for the examined species was semi-erect to semitransverse. The morphology of ectoaperture structures (colpi, pori and margins) has reflected no variation, the three species exhibited long colpi with distinct margins without pori. The morphology of endoaperture structures (scabrae, verrucae and columellae) has reflected also no distinguished variation; all *Glaucium* species examined have visible scabrae, present verrucae with distinct columellae. The relationships between pollen morphology of the three *Glaucium* species and their interactions with their insect visitors *Chondropyga dorsalis* (Coleoptera) during springs of 2012 and 2013 were studied in Jordan. Pollen morphology characteristics related to the pollen type, size of pollen grains, pollen shape, symmetrical structures between pollen grains and the pollen visitors, polar and equatorial measurements, P/E ratios, structures of endo- and ecto- apertures were investigated to formulate any possible way of interactions. *Glaucium* species in Jordan, as well as all boraginacean species, produce a large amount of whitish polliniferous dust, thus they are considered as potential sources for all pollen visitor species of hymenopterans and certain kind of coleopteran species (*Chondropyga dorsalis*) which were observed as the most abundant visitors especially on the flowers of *Glaucium* in April, although also many honey bees were observed, like *Apis mellifera, Bombus impatiens, Apis dorsata* and *A. florea*, but in very low frequencies.

Keywords: *Glaucium*, pollen interaction, *Chondropyga dorsalis*, coleopteran, Jordan.

Resumen

Chondropyga dorsalis, una especie de coleóptero conocido como colector de polen de tres especies de *Glaucium*, fue estudiado. Los granos de polen de tres especies de *Glaucium* se analizaron palinológicamente con microscopio óptico y microscopio electrónico de barrido. Las tres especies examinadas de *Glaucium* fueron *Glaucium aleppicum* Boiss. & Hausskn., *Glaucium arabicum* Fresen. y *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph. Todas estas especies investigadas tienen la clase de polen 3-zonocolpado. Los rangos de medidas polares son (24-27) µm para *Glaucium aleppicum* Boiss. & Hausskn., (28-30) µm para *Glaucium arabicum* Fresen. y (31-36) µm para *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph. Las medidas ecuatoriales son (21-26) µm para *Glaucium aleppicum* Boiss. & Hausskn., (24-31) µm para *Glaucium arabicum* Fresen. y (25–36) µm para *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph. La relación P/E de las especies investigadas varía entre 0.9-(1.09)-1.19 para *Glaucium aleppicum* Boiss. & Hausskn., 0.86-(1.08)-1.25 para *Glaucium arabicum* Fresen. y 0.90-(1.10)-1.55 para *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph. El contorno del polen de las especies de *Glaucium* estudiadas ha sido reconocido, la vista ecuatorial para todas las especies de *Glaucium* examinadas fue circular, mientras que la vista polar, elíptica. La forma del polen en función a la relación P/E para las especies examinadas fue semi-erecto a semi-transverso. La morfología de las estructuras de ectoapertura (colpos, poros y márgenes) no mostró variación, las tres especies exhiben colpos largos con distintos márgenes sin poros. La morfología de las estructuras de endoapertura (escabras, verrugas,

columelas) tampoco mostró variación; todas las especies examinadas de *Glaucium* tienen escabras visibles, presentan verrugas con distintas columelas. Se estudiaron las relaciones entre la morfología del polen de las tres especies de *Glaucium* y las interacciones con los insectos visitantes *Chondropyga dorsalis* (Coleoptera) durante las primaveras de 2012 y 2013 en Jordania. Las características morfológicas del polen relativas al tipo de polen, tamaño de los granos de polen, forma del polen, estructuras simétricas entre los granos de polen y los visitantes del polen, medidas polares y ecuatoriales, relaciones P/E, estructuras de endo y ectoaperturas se investigaron para establecer cualquier posible modo de interacción. Las especies de *Glaucium* en Jordania, de modo similar a las especies de boragináceas, producen una gran cantidad de polvillo polinífero blanquecino, por lo tanto se consideran atractivos potenciales de todas las especies de himenópteros visitantes del polen y cierto grupo de coleópteros (*Chondropyga dorsalis*), los cuales se observaron como los visitantes más abundantes de las flores de *Glaucium* especialmente en abril, aunque también muchas abejas se observaron, tales como *Apis mellifera, Bombus impatiens, Apis dorsata* y *A. florea*, pero, con mucho menor frecuencia.

Palabras clave: *Glaucium*, interacciones del polen, *Chodropyga dorsalis*, coleópteros, Jordania.

Introduction

The pollen-insect association between the plant and the pollen morphology of *Glaucium* species with their insect visitors *Chondropyga dorsalis* (Coleoptera) is surely reflecting some kind of specialized structural adaptations between the partners. Pollen morphology characteristics regarding ectoaperture, endoaperture morphology of pollen grains, fastigia, colpi of pollen grains, margins of polar and equatorial measurements, pollen type, size of pollen grains, pollen shape, symmetrical structures between pollen grains and the pollen visitors, and therefore P/E ratio are playing a major rules to formulate any possible way of such interactions. The visiting beetle *Chondropyga dorsalis* (Coleoptera) was the most observed and abundant especially on the flowers of *Glaucium* in April for the purpose of feeding and transfer of pollen grains by default.

Glaucium pollen grains were investigated in terms of pollen morphological structures which are considered a very important morphological evidence to investigate some aspects related to pollen class, endoaperture, ectoaperture structures, polar and equatorial measurements, P/E ratio and pollen outline shape and structure, to investigate whether of the presence of any palynological variations among the examined species will exist first, and will be relied on for such characterizations and differentiation among the *Glaucium* species giving the role for such attraction between the pollen grains and their visitors especially *Chondropyga dorsalis* (Coleoptera) species freely in the field (Prance, 2001; Punt *et al.*,1994; Zohary and Feibrun-Dothan, 1962-1986; Adam, 2001; Khayyat and Mursi, 1981; Peter, 1994).

Glaucium as a boraginaceaen genus, well known and widely distributed in Jordan which is located in unique position in the heart of the middle east between latitudes 290 30' and 340 N and between longitudes 530 40' and 390 E, this unique location of Jordan gives this country unique opportunities to comprise many different phytogeographical elements especially mediteranean, irano-teranean, saharo-arabian and nubo-sudanian. Surely this leaded to geobotanical variations which enriches the plant biodiversity in jordanian territories, and reflected over the high spectrum of plant species. *Glaucium* is widely

producing different kinds of pollineferous dusts in the field especially during spring pollination times, which attracted different types of pollen visitors interconnected to feed and collect *Glaucium* pollen grains especially certain kind of beetles known as *Chondropyga dorsalis* between the wild and cultivated species (Bender, 1974; Al-Quran, 1986; 1988; 2010; 2011).

Glaucium genus has unique potential source producing a vast quantities of nectar-pollen complex secreted from a certain secretory cells mixed with white pollineferous material attracting different kinds of coleopteran species. The floral parts of *Glaucium* species are consisting of floral male structures represented by androecium and female floral structures represented by gynoecium located in the central part of the flowers surrounded externally by perianth parts represented by calyx and corolla, this kind of floral arrangement is typically found as general morphological shape of this family (Boraginaceae) enabling the flowers of *Glaucium* species to attract certain types of beetles (*Chondropyga dorsalis*) during the pollination times. In addition to that, the inflorescence of *Glaucium* is similar to other boraginacean species, is composed of many simple clusters of several flowers. Certainly the presence of colored lobulated external purple glandular trichomes and hairs in form of papillae near the base of floral parts especially the petals of corolla, is considered the source of nectar production release high quantities of nectar-pollen substrate to facilitate this kind of pollen visitors' attraction (Al-Quran, 2005; 2010; 2011; Zohary, 1973; Anderson & Gensel, 1976; Boulos, 1979).

All the palynological items and definitions used in general in such studies are related to the structures seen by LM and ultra structural parts of the pollen grains seen by SEM are focusing on the ecto aperture and endo aperture ultrastructures of pollen grains, they are considered as a complex structures especially which deals with colpi, costae, fastigia; these structures are vary from species to species. These structures which are similar to echinae and micro-echinae in form of spine-like projections giving the pollen exine an ornamental view may be investigated to see whether they can depend upon as an important distinguishing complimentary characters in delimitation among the species of the same genus or the subspecies of the same species (Rodriguez *et al*., 1998; Al-Quran, 2010; 2011; Sharma, 1974; Samways, 1990).

Doubtless there was a correlations representing similarities between the associated partners leading to some kind of superimposing between the anther structures as the source of pollen grains, corolla bases as the source of nectar and the pollen visitors attracted, so these pollen morphological characteristics and the pollen-nectar as a given rewards to pollen visitors forming what is similar to blooming time. According to the previous studies, it is obvious to recognize the lack of any pollen insect associations image between the pollen grains of *Glaucium* and its pollen visitors of coleopteran of beetles, which was the most intrinsic factor to initiate this kind of investigation, and in addition to that, these species are producing certain kinds of pollen grains visited by a different types of insects representing different orders and classes. Absolutely the floral structures of *Glaucium* species with their pollen grains are considered to have the potentiality to form this kind of specialized intimate relationship with pollen visitors to reinforce this association with pollen and nectar as rewards for the visitors especially this kind

of beetles. All previous works are stressing on the seasonality followed by the different pollen visitors of insects as the ultimate factor of initiation reflecting different observed patterns of visitor distribution among the examines species of *Glaucium* for the collection of pollen-nectar as potential rewards introduced by these plant flowers (Boulos & Al-Eisawi, 1977; Boulos & Lehham, 1978; Thorp, 1979; Stickel *et al.*, 2000; Adailkan & Guathaman, 2001).

The main objectives of this study are: (1) to see whether the understanding of the flower nectar-pollen complex is considered as the motivating factor that may play the major role of such pollen visitor attractions. (2) to see whether this kind of attractions between the pollen visitors with their pollen grains of *Glaucium* particularly in the field area have a clear investigated image. (3) to see whether *Glaucium* pollen grains having some kind of particular morphological and palynological characteristics to attract certain groups of pollen visitors over others.

Material and methods

The collected fresh polliniferous material from different sites in Jordan, belonging to three *Glaucium* species (*Glaucium aleppicum* Boiss. & Hausskn., *Glaucium arabicum* Fresen. and *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph by using field collecting tools (field viales and small brushes). This collected material was acetolysed typically according to Erdtman (1960) standard method. The randomly chosen acetolysed pollen grains from 5 different slides were prepared representing the pollen grains of *Glaucium* species have been prepared to be studied to collect the data required in form of pollen measurements by LM. All palynological measurements related to the pollen morphological structures with their needed calculations were estimated. The palynological terms and items adopted were based on Punt *et al.* (1994). The LM micrographs and measurements were taken by using Nikon HFX-11 microscope using ocular micrometer scale by glycerin Jelly method.

For SEM studies, the treated pollen grains were coated by carbon layer first, then by gold layer to increase the conduction and electron yield rates, micrographs were taken by SEM.

The methodology used for recording the species of *Glaucium* as plant species visited by certain kind of beetles as pollen visitors was according to visitors and pollen counts, so photographic records and specimens collection with entomological nets are used in this regard. All observations were taking place in the area of study of Ajlun in northern heights of Jordan from April 2011 to April 2012 during the booming syndrome.

The study of plant-insect interactions mainly dominated by these types of *Glaucium* species and most of them are commonly known as entomophilous plant species, and for each *Glaucium* species studied and visited regularly by pollen visitors. This kind of correlated blooming pollen grains and insect censuses of *Chondropyga dorsalis*, were collected and photographed by both LM and SEM.

Results and discussion

All LM and SEM micrographs taken for the correlated pollen grains of *Glaucium* species studied were exposed with their full captions (fig 1, 2 and 3). All palynological data obtained concerning the observations and measurements of the pollen grains of the studied *Glaucium* species were constructed also (table 1 and 2). The data are collected are representing two main

categories (1) measurements concerning the pollen morphology of the examined *Glaucium* pollen grains (2) All observations collected from the field related to pollen-insect interactions concerning the pollen of *Glaucium* and *Chondropyga dorsalis* (Coleoptera) as pollen visitors. Related to the first category; the pollen class of all examined *Glaucium* species is 3-zonocolpate. Polar measurements for the investigated *Glaucium* species ranges are (24 -27) µm for *Glaucium aleppicum* Boiss. & Hausskn., (28-30) µm for *Glaucium arabicum* Fresen. and (31-36) µm for *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph. Equatorial measurements are (21-26) µm for *Glaucium aleppicum* Boiss. & Hausskn., (24-31) µm for *Glaucium arabicum* Fresen. and (25-36) µm for *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph. P/E ratio for the investigated species ranges between 0.9-(1.09)-1.19 for *Glaucium aleppicum* Boiss. & Hausskn., 0.86-(1.08)-1.25 for *Glaucium arabicum* Fresen. and 0.90-(1.10)– 1.55 for *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph. Pollen outline for the investigated *Glaucium* species has been recognized, the equatorial view for all *Glaucium* species examined was circular; the polar view was elliptic. P/E ratio pollen outline for the examined species was semi-erect to semitransverse (table 1, 2). The morphology of ectoaperture structures (colpi, pori and margins) have reflected no variation, the three species exhibited long colpi with distinct margins without pori. The morphology of endoaperture structures (scabrae, verrucae and columellae) have reflected also no distinguished variation; all *Glaucium* species examined have visible scabrae, present verrucae with distinct columellae. Pollen morphology characteristics related to the pollen type, size of pollen grains, pollen shape, symmetrical structures between pollen grains and the pollen visitors, polar and equatorial measurements, P/E ratios, structures of endo- and ecto- apertures were investigated to formulate any possible way of interactions. *Glaucium* species in Jordan as all boraginacean species produces a large amount of whitish polliniferous dust, thus considered as a potential source for all pollen visitor species of coleopteran species, especially certain kind of beetle species (*Chondropyga dorsalis*) which has been observed as the most abundant visitor especially on the flowers of *Glaucium* in April although many honey bees were observed like *Apis mellifera, Bombus impatiens, Apis dorsata* and *A. florea*, but in very low frequencies.

With respect to the second category; the insect-plant initiation of interactions is referred to the pollen morphology of studied species (long or short colpi, distinct or indistinct margins of endoapertures and ectoapertures, presence or absence of pori, visible or invisible of scabrae, presence or absence verrucae, and finally whether the columellae is distinct or indistinct). Depending on the palynological results and measurements obtained from pollen grains of *Glaucium* studied, it is not possible to be relied on for the purpose of delimitations of *Glaucium* species at species level because they reflected no any kind of variations (they were typically the same), but surely can be relied on to explain the intimate relationship between the morphology of pollen grains of genus *Glaucium* as a whole with pollen visitors of *Chondropyga dorsalis* (Coleoptera) to explain this point clearly, it is very important to reconize the presence of such differences between the pollen grains related to polar (P) and equatorial measurements of pollen grains exhibited by an ecto- and endo- apertures morphology which are playing the role of variations in pollen-visitor attraction among the

different species of *Glaucium*, and this was seen clearly in most of the pollen-insect communities studied, which showed the presence of specialized and intimate insect-flower associations, this refers in some aspects to the complicated *Glaucium* flower morphologies which hinders or facilitates this kind of visitation depending on the species visited by wide range of other insect groups. So it is clear that *Chondropyga dorsalis* colonies are active approximately in all over the year seasons extending from winter to summer to late autumn to collect as large possible quantities of nectar as they can, this mission of pollen collecting beetles is facilitated by the *Glaucium* flowers for this reason, so these foragers appeared in the study area early in the season on plants that show high densities and high nectar productions especially on *Glaucium* flowers.

In more details, the investigated pollen grains of *Glaucium* were indicating the presence or absence of some morphological characters especially in the pollen ornamentations, the size of the pollen grains and the occurrence of the little complex variated of some pollen ecto-and endo-apertures of some species of *Glaucium* is highly related to the shedding process of these grains inside of the poricidal anthers during anthesis process. This process of pollen shedding is playing the most important role in playing the execution through pollen visitor vibrations or "buzz pollination" by visiting such coleopteran beetle. Exactly by relying on the same principle of expression, it is possible to generalize that wherever the larger the pollen grains of some studied *Glaucium* species with high complex pollen endoaperture and ectoaperture ornamentations, wherever the case to form deposits blocking the anther anthesis to expel the pollen grains is rising. So in this way, it is worthy to assure the presence of close relationship between the type and size of pollen morphology and the pollination syndrome through the process of "buzz pollination" reinforcing the observations collected from the fields. Easily also, it is obvious that small sized pollen grains with little ornamentation will be expelled more easily from the poricidal anthers during the vibration of the visiting insects (Erickson,1975; Edmond, 1984; Adam, 2001; Al-Quran, 2004a; 2004b; Buchman, 1986; Thorp, 1979).

The observations and data collected showed the presence of other types of insects as honey bees (*Apis mellifera*), *Bombus impatiens, Apis dorsata and A. florea* and wasps from (*Pterygophorus insignis*) species but in low frequencies because papaveracean species as *Glaucium* flowers contrary to boraginacean species like A*nchusa, Echium* and *Onosma* flowers studied by the researcher are supporting beetles as pollen visitors, while boraginacean flowers are supporting more the hymenopteran species like bees and wasps. But all pollen visitors either beetles as *Chondropyga dorsalis* (Coleoptera) or bees like (*Apis mellifera*), *Bombus impatiens, Apis dorsata, A. florea* and wasps from (*Pterygophorus insignis*) as observed used the "buzz pollination" procedure during their foraging behaviour. The previous published studies reported that "buzz pollination syndrome" requires fro the insect species a specific behavior for pollen removal which is typically applied to the bees from *Apis mellifera* and *Bombus terrestris* species. It is important to demonstrate the importance of this kind of association between the partners to improve the apiculture management in pollen collection. So the previous studies were trying to provide evidences of such pollen collection strategy from pollen grains of *Glaucium* species by such kind

of beetles (Buchman, 1986; Adam, 2001). There was a lot of previous workings investigating similar aspects concerning the interrelationship working with *Vespa orientalis* L. as pollen visitor and collecter of the pollen grains of *Anchusa* species. These results obtained from the previous workings approved these results obtained by the researcher, since they showed that the collection of pollen grains by the pollen visitors due to such pollen characteristics related to the ornamentations of pollen endo-and ecto-apertures, and these results consequently are clarifying the importance of the palynological data to understand this association depending on pollen morphology of pollen grains and the visitors (Pyle *et al.*, 1991; Rates, 2001; Peter, 1994; Ricklefs, 2004; Anderson & Gensel, 1976; Friedman *et al.*, 1986; Joud *et al.*, 2001; Eddouks *et al.*, 2002).

The results obtained from similar studies on some solanaceaen species on *Solanum* species have showed that the morphological variations in pollen grains of the genus *Solanum* (Solanaceae) reflected no any significant morphological variations, because they refered only to exine ornamentation level related to the certain structures of ecto-and endo-apertures morphology, similar to what is happening in *Anchusa* species (Edmonds, 1984), although the variation in ornamentation character of ecto-and endo-apertures morphology of pollen grains is very important factor determining the phylogenetic relationships among the species reflecting the genomic combinations, isolation and the speciation, this result also confirmed previously by Al-Quran (2004) through his study of pollen grains collected from 11 species of *Hyoscyamus* (Solanaceae) collected from different parts of Jordan.

Other researches like (Buchmann, 1986; Erickson, 1975; Thorp, 1979) were demonstrating the presence of certain electrostatic forces, that facilitating the attachment process of the pollen grains to the body of the insect at the moment of pollination by vibration through the blooming syndrome, which facilitates finally its transference from the anther of the androecial stamens to the stigma of the female gynoecial ovary. In all cases, it is clear that the presence of a cost-benefit relationships between the associating partners is an important factor involved in the pollination syndrome by vibrations of either the bees or the beetles. Buchman (1986) stated that pollen visitors especially bees are exerting a large amount of energy to move their flight muscles and to complete the vibration process. He confirmed also the presence of waste of pollen grains in this process, and only pollen with a high protein level could justify this plant-insect relationship.

Conclusion

The main thing that can be concluded; it is worthy to depend on the morphological variations of pollen grains relying on specifically on the pollen morphology of the ecto-and endo-apertures to explain why do some pollen visitors are attracted to certain plant flowers more than the others.

From the previous results obtained, it is also clear that the aim of building of such specialized and intimate associations between the *Glaucium* flowers as papaveracean species and the pollen visitor *Chondropyga dorsalis* (Coleoptera) as pollen collector is clearly due to the need of such beetles to collect the nectar and pollen by default for feeding needs, this certainly preclude a certain morphological adaptational similarities between the partners in such plant-pollinator

interactions at community level to be efficient in collection of a high quantities of nectar forage as soon as possible in short time and straight way. These results may give an indication to conclude also that flowers with similar reward composition tended to attract similar groups of visitors. In this regard, the pollen visitor responses to flower nectar as floral reward and considered as main motivating factor rather than responding to the flower morphology.

As for *Echium* and *Onosma* palynological data obtained (Al-Quran, 2010; 2011), the using of the palynological study as palynological evidence in delimitation of the *Glaucium* species as seen in this *Glaucium* species is mainly not worthy, because the depending on the pollen structures and measurements seen by LM and SEM can't be used in such kind of delimitation because of the high degree of similarities between the examined species which showed no clear differences in the diagonistic features exhibited, consequently they have exhibited the same inter-relationship with insect species.

The previous results obtained by the researcher have showed the presence of four different aspects must be taken in consideration to reach a better understanding the linkage between pollen morphology of *Glaucium* and the pollen visitor *Chondropyga dorsalis* (Coleoptera): (1) phenology construction between the the partners associated (2) morphology of the pollen visitors, (3) pollen morphology, (4) nectar-pollen rewards given by the flower to the pollen visitor. In other words, the better understanding of importance of such organisation between pollen morphology, floral rewards and flowering time of each plant species is very important to interpreting why do certain insects to be attracted to a certain flowers definitely not to others.

This kind of studies with other complementary studies should be intensified further to have a better understanding of the existing relationships between the pollinators and the attracted species to justify the occurrence of pollination syndrome by vibration found in the observed beetles in form of "buzz pollination", so this kind of association is not only foraging strategy, but in rather is intimate reciprocal kind of exchange benefits between the partners.

Finally the main conclusion can be relied on is, wherever the pollen grain has a reduced size, the ornamentation aspects in ecto-and endo-apertures and psilated exine all together sharing to give the outline of pollen morphology to appropriate certain behavioral form, allowing pollen grain access by small sized bees as observed with this coleopteran species (*Chondropyga dorsalis*).

Literature cited

Adam, M. S. 2001. Foraging behavior of bees (Hymenoptera, Apoidea) in flowers of *Solanum palinacanthum* Dunal (Solanaceae). Revista Brasileira de Zoociências, 3 (1): 35-44.

Adailkan, P. G. & K. Gauthaman. 2001. History of herbal medicines with an insight on the pharmacological properties of *Tribulus terrestris.* The Aging Male, 4:163-169.

Al-Eisawi, D. 1982. List of Jordan Vascular plants. The Jordan University Press, Amman. pp. 22-39.

Al-Qura'n, S. 2004a. Pollen Morphology of Plantaginacae in Jordan. Pak. J. Biol. Sci, 7 (9): 1594-1602.

Al-Qura'n, S. 2004b. Pollen Morphology of Solanaceae in Jordan. Pak. J. Biol. Sci, 7 (9): 1586-1593.

Al-Qura'n, S. 2005. Ethnobotanical Survey of Folk Toxic Plants in Southern Part of Jordan. Toxicon, 46: 119-129.

Al-Quran, S. 2010. Pollen characteristics of three *Papaver* species and the observation of *Polyphylla* as thew main pollen collector. Pak. Enntomol. 32 (2): 116-124.

Al-Quran, S. 2011. Pollen characteristics of three *Anchusa* species and the observation of bees as the pollen collector in Jordan. Pak. Etomol. 33 (2): 113-117.

Anderson, G. J. & P. G. Gensel. 1976. Pollen morphology and the systematics of *Solanum* Section. Basarthrum. Pollen et Spores, 18: 533-552.

Bender, F. 1974. Geology of Jordan. Berlin, Stuttgart.

Boulos, L. & D. El-Eisawi. 1977. On the flora of Ras en Naqab. Candollea 32: 81-98.

Boulos, L. & J. Lehham. 1977. On the desert flora north east of Aqaba. Candollea, 32: 99-110.

Boulos, L. 1977. On the flora of El-Jafer- Bayir desert. Candollea 32: 99-110.

Buchmann, S. L. 1986. Vibratile pollination in *Solanum* and *Lycopersicon*: a look at pollen chemistry, W. G. D'Arcy (ed.). *In* Solanaceae: biology and systematics. Columbia University Press, New York. pp. 218-252.

Eddouks, M.; M. Maghrani; A. Lemhadri; M. L. Quahidi & H. Joud. 2002. Ethnopharm-acological survey of medicinal plants used for the treatement of diabetes mellitus, hypertension and cardiac diseases in the south-eastern region of morocco (Tafilalet). J. Ethnopharmacolo, 82:97-103.

Edmonds, J. M. 1984. Pollen morphology of *Solanum* L. section *Solanum*. Bot. J. Linn. Soc., 88: 237-251.

Erdtman, G. 1960. The acetolysis method in a revised description. Svensk Botanisk Tidskrift, Lund, 54 (4): 561-564.

Erickson, E. H. 1975. Surface electric potentials on worker honeybees leaving and entering the hive. J. Apic. Res., 14: 141-147.

Friedman, J.; Z. Yaniv; A. Dafni & D. Palevitch, 1986. A preliminary classification of the healing potential of medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among Bedouins in the Negev desert, Israel. J. Ethnopharmacol.,16: 275-278.

Joud, H.; M. Haloui; H. Rhiouani; J. Ehilaly & M. Eddouks. 2001. Ethnobotanical survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes, cardiac diseases in the north center region of Morocco (Fez-Boulemane). J. Ethnopharmacol., 77: 175-182.

Karim, F. & S. Al-Qura'n. 1988: Wild Flowers of Jordan. Yarmouk University Press, Irbid, Jordan.

Karim, F. & S. Al-Qura'n. 1986. Medicinal plants of Jordan. Yarmouk University Press, Irbid, Jordan. pp. 11-30.

Khayyat, A. A. & M. Mursi. 1981. Pharmacology and veterinary toxicology in Iraq, 1st ed., Ministry of higher Education Press, Baghdad. pp. 14-33.

Peter, K. E. 1994. Special differentiations associated with pollinator attraction. In: Diversity and Evolutionary Biology of Tropical Flowers. Cambridge Tropical Biology Series. pp. 148-189.

Prance, G. T. 2001. A dictionary of natural products: Terms in the filed of pharmacognosy relating to medicinal and pharmaceutical materials and the plants, animals, and minerals from whom are derived. Biodivers. Conserv., 10: 301-302.

Punt, W.; S. Blackmore & A. Le Thomas. 1994. Glossary of Pollen and Spores Terminology. Utrecht, LPP Foundation.

Pyle, R. M.; Bentzien & P. Opler. 1991. Insect conservation. Ann. Rev. Entomol., 26: 233–258.

Rates, S. M. K. 2001. Plants as source of drugs. Toxicon, 39: 603-613.

Ricklefs, E. A. 2004. A comprehensive framework for global pattern in biodiversity. Ecol. Lett, 7: 1–15.

Rodrıguez, J. P.; D. L. Pearson & R. R. Barrera. 1998. A test for the adequacy of bioindicator taxa: Are tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) appropriate indicators for monitoring the degradation of tropical forests in Venezuela? Biol. Conserv., 83: 69–76.

Samways, M. J. 1990. Insect conservation ethics. Environ. Conserv., 17: 7–8.

Sharma, B. D. 1974. Contributions to the palynotaxonomy of the genus *Solanum* Linn. J. Paly., 10: 51-68.

Stickel, F.; G. Egerer & H. K. Seitz. 2000. Hepatotoxicity of botanicals. Pub. Heal. Nutr., 3:113-124.

Thorp, R. W. 1979. Structural, behavioral, and physiological adaptations of bees (Apoidea) for collecting pollen. Ann. Miss. Bot. Gard., 66: 788-812.

Zohary, M. 1973. Geobotanical foundations of the Middle East. Gustav. Fisher Verlag Stuttgart, pp. 30-55.

Zohary, M. & N. Feinbrun-Dothan. 1962-1686. Flora Palaestina, Hebron University Press, Jerusalem, pp. 77-90.

ANEXO

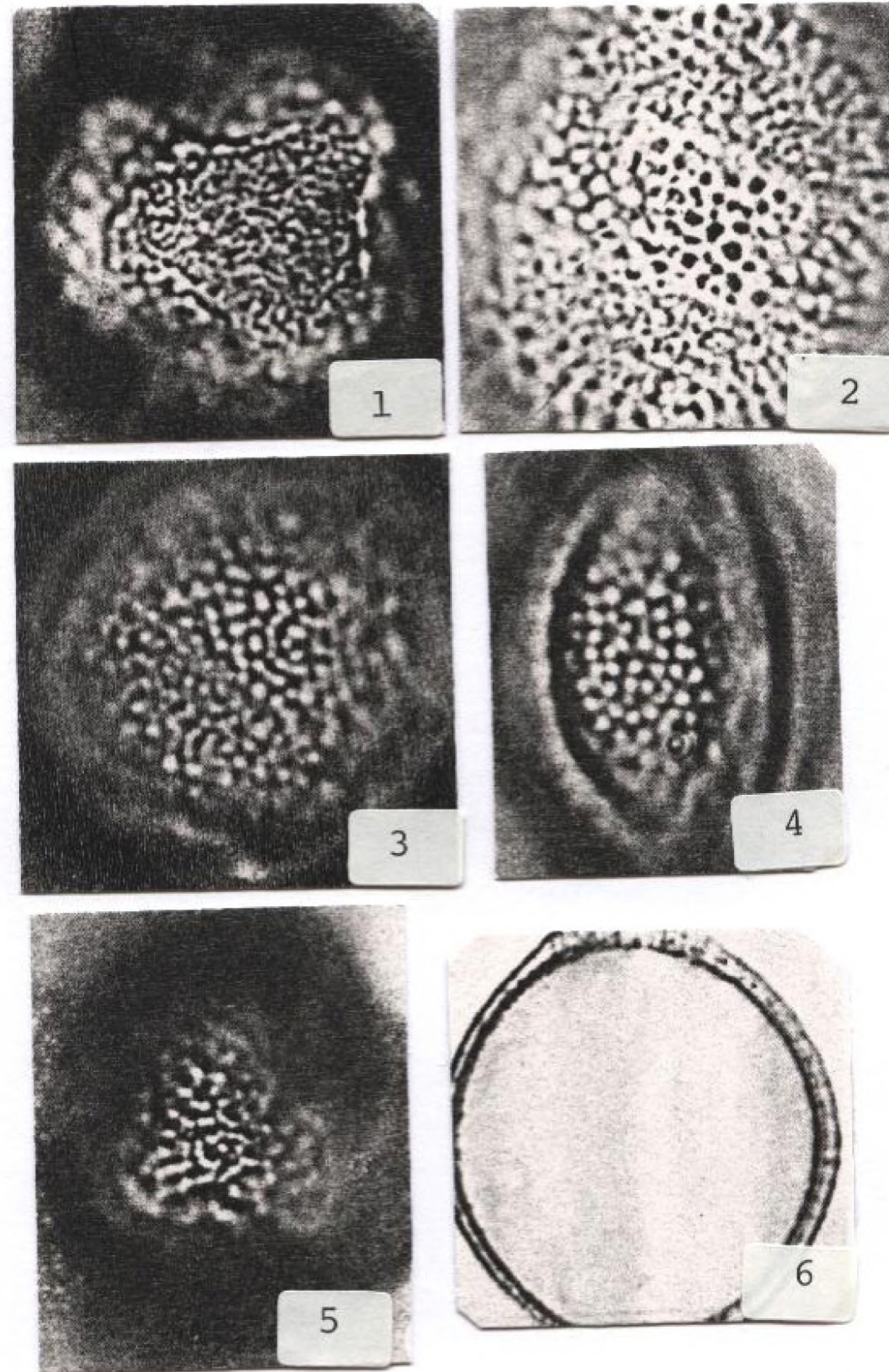


Fig. 1

1. LM showing pollen grains of *Glaucium arabicum* Fresen., ornamentation of colpi (1000x).

2. LM showing pollen grains of *Glaucium aleppicum* Boiss. & Hausskn., ornamentation of apocolpium (1000x).

3. LM showing pollen grains of *Glaucium aleppicum* Boiss. & Hausskn., ornamentation of mesocolpium (1000x).

4. LM showing pollen grains of *Glaucium arabicum* Fresen., ornamentation of mesocolpium (1000x).

5. LM showing pollen grains of *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph, ornamentation of apocolpium (1000x).

6. LM showing pollen grains of *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph, equatorial view (1000x).

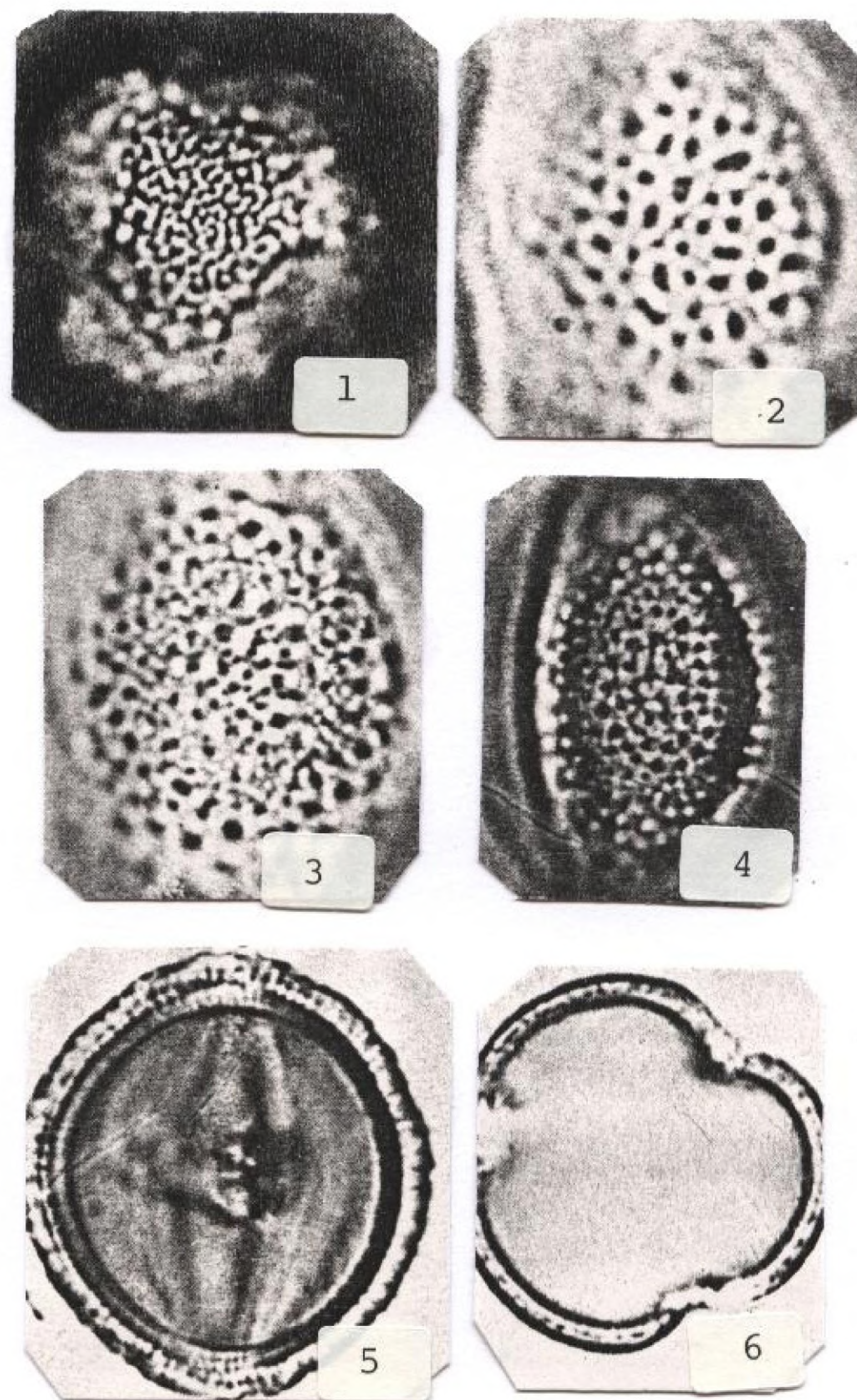


Fig. 2

1. LM showing pollen grains of *Glaucium aleppicum* Boiss. & Hausskn., ornamentation of apocolpium (1000x).

2. LM showing pollen grains of *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph, ornamentation of mesocolpium (1000x).

3. LM showing pollen grains of *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph, ornamentation of mesocolpium (1000x).

4. LM showing pollen grains of *Glaucium arabicum* Fresen., ornamentation of mesocolpium (1000x).

5. LM showing pollen grains of *Glaucium arabicum* Fresen., equatorial view (1000x).

6. LM showing pollen grains of *Glaucium aleppicum* Boiss. & Hausskn., equatorial view (1000x).

Table 1: List of plant species examined with relative to their pollen class, measurements of polar (P) and equatorial (E) views in µm, and P/E ratio.

No.	Species	Pollen class	P (µm)	E (µm)	P/E
1	*Glaucium aleppicum Boiss. & Hausskn.*	3- zonocolpate	24 - 27	21-26	0.9-(1.09)-1.19
2	*Glaucium arabicum* Fresen.	3- zonocolpate	28 – 30	24-31	0.86–(1.08)-1.25
3	*Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph	3- zonocolpate	31 - 36	25 - 36	0.90-(1.10)-1.55

Table 2: List of plant species examined relative to their outline views, ectoaperture and ornamentation structures

No.	Species	Outline			Ectoaperture			Ornametation		
		P view	E view	P/E view	colpi	pori	margin	scabrae	verrucae	Columel
1	*Glaucium aleppicum* Boiss. & Hausskn.	elliptic	circular	semi-erect	l	-	d.	v	-	d.
2	*Glaucium arabicum* Fresen.	circular	circular	semitransverse	l	-	d.	v	-	d.
3	*Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph	elliptic	angular	semitransverse	l	-	d.	v	-	d.

P: polar E: equatorial

+: present - : abscent

ind: indistinct d: distinct

v: visible l: long

inv.: invisibile columel: columella

Arnaldoa 22 (1): 73 - 84, 2015 ISSN: 1815-8242

Análisis estructural del bosque pluvial montano con *Juglans jamaicensis* C. DC., en el Parque Nacional Turquino, Cuba

Structural analysis of montane rainforest with *Juglans jamaicensis* C. DC., in Turquino National Park, Cuba

José Luis Rodríguez Sosa
Universidad de Granma. Carretera a Manzanillo. km 17 ½. Bayamo, Granma. Cuba.
Yudel García Quintana
Universidad de Pinar del Río. Calle Martí No. 270 final. Pinar del Río. Cuba.
José Yulier Rodríguez Milanés & Calixto Aguilar Espinosa
Universidad de Granma. Carretera a Manzanillo. km 17 ½. Bayamo, Granma. Cuba.
Edison Roberto Suntasig Negrete
Universidad Estatal Amazónica. Paso Lateral km 2 ½ vía a Puyo, Pastaza. Ecuador
Zhofre Aguirre Mendoza
Universidad Nacional de Loja, Ciudadela Universitaria Guillermo Falconí Espinosa. Ecuador
Dalton Pardo-Enríquez
Universidad Estatal Amazónica. Paso Lateral km 2 ½ vía a Puyo, Pastaza. Ecuador

Resumen

La investigación se realizó en el área protegida: Parque Nacional Turquino, en sitios con la presencia de *Juglans jamaicensis* C. DC., de las Unidades Zonales de Conservación Santo Domingo y La Platica, localizadas entre 500 y 1 300 m s.n.m. En este trabajo se caracterizó la estructura de la vegetación de un bosque pluvial montano con *Juglans jamaicensis*, taxón en peligro crítico de extinción. Se evaluó la composición florística así como la estructura de la vegetación a través de los parámetros estructurales: abundancia, frecuencia y dominancia relativas, así como el índice de valor de importancia ecológica. Se realizó un análisis de conglomerados para detectar el ordenamiento de las parcelas en función de la abundancia de las especies. Se reportaron 33 familias, 55 géneros y 64 especies de árboles y 10 especies de bejucos, de 8 familias y 9 géneros. Las familias con mayor riqueza fueron Lauraceae, Melastomataceae, Meliaceae, Piperaceae, Rubiaceae y Rutaceae. Las especies de mayor IVIE: *Dendropanax arboreus, Juglans jamaicensis Prunus occidentalis* y *Erythrina poeppigiana*, están estrechamente relacionadas con la dominancia de sus individuos, así como, por su abundancia en el caso de *Prunus occidentalis*. Se detectaron tres agrupamientos relacionados con las mayores altitudes y con la presencia de elementos antropogénicos como la presencia de *Coffea arabica* y plantaciones de *Hibiscus elatus.*

Palabras clave: Fitosociología, área protegida, *Juglans*, bosque, pluvisilva.

Abstract

The research was conducted in the protected area: Turquino National Park, in the presence of sites with *Juglans jamaicensis* C. DC., the Conservation Zone Units of Santo Domingo and La Platica, located between 500 and 1300 m.s.n.m. In this paper the structure of the vegetation of a montane rain forest with *Juglans jamaicensis*, taxon critically endangered was characterized. Floristic composition and structure of vegetation through ecological parameters Abundance, frequency and relative dominance and the index value of ecological importance were evaluated. A cluster analysis was performed to detect the arrangement of plots in terms of species abundance. 33 families, 55 genera and 64 species of trees and 10 species of vines, 8 families and 9 genera were reported. Richest families were Lauraceae, Melastomataceae, Meliaceae, Piperaceae, Rubiaceae and Rutaceae. The species most IVIE: *Dendropanax arboreus, Juglans jamaicensis Prunus occidentalis* and *Erythrina poeppigiana*, are closely related to the dominance of its members, as well as its abundance in the case of Prunus occidentalis. Three clusters were detected related to the higher altitudes and in the presence of anthropogenic elements such as presence of *Coffea arabica* and *Hibiscus elatus* plantations.

Keywords: Phytosociology, protected area, *Juglans*, forest, rainforest

Introducción

La alta fragilidad de los ecosistemas montañosos, los altos valores de la biodiversidad y el papel que juegan estos ecosistemas en la producción de agua, obliga según Lastres *et al.* (2011) a diseñar un modelo de desarrollo sostenible para las montañas cubanas que atenúe y revierta los problemas ambientales presentes como es el caso de la pérdida de diversidad biológica.

Una de las áreas protegidas que alberga parte de la diversidad biológica cubana es el Parque Nacional Turquino, creado en 1991, ubicado en el mayor sistema montañoso de Cuba: la Sierra Maestra, donde radican los bosques pluviales montanos, que comparte con el macizo de Guamuhaya (Capote & Berazaín, 1984; Del Risco, 1995; Reyes, 2006). Se caracteriza por poseer gran endemismo y riqueza de especies de fauna y flora, así como el Pico Turquino con una altura de 1974 msnm (Lastres *et al.*, 2011). En el parque se encuentran como

tipos principales de vegetación los bosques pluvisilva de montaña, semicaducifolio sobre suelo calizo, Monte Nublado y Monte Fresco.

Uno de los problemas ambientales identificados en esta área protegida es la pérdida de diversidad biológica reportándose especies amenazadas como *Juglans jamaicensis, Juniperus saxicola* y *Protium cubensis*.

En este parque se han realizados trabajos científicos por diferentes instituciones nacionales y extranjeras encaminados a la descripción y conocimientos de la Biología y Ecología de la flora, sin embargo, según Lastres *et al.* (2011), faltan investigaciones que evalúen la distribución, estructura y composición de la vegetación, en aquellos ambientes con especies amenazadas. Por tanto, el objetivo de este trabajo es caracterizar la estructura de un bosque pluvial montano con *Juglans jamaicensis*, en el Parque Nacional Turquino, Cuba.

Caracterización del área de estudio.

El estudio se llevó a cabo en el Parque Nacional Turquino en sitios con *Juglans jamaicensis* C. DC., de las Unidades Zonales de Conservación (UZC) Santo Domingo y La Platica, localizadas entre 500 y 1 300 msnm. Con una temperatura media anual de 16 a 18oC y precipitaciones de entre 1 500 mm a 2 700 mm (Lastres *et al.,* 2011).

Este Parque forma parte de la provincia fitogeográfica Cuba Oriental (Borhidi, 1991) o Santiago Guantanamense y el área de estudio se inserta en el Sector Maestricum, Distrito Occidento-Maestrense, Subdistrito Caraco-Turquinense (Del Risco, 2005).

Al encontrarse en el grupo orográfico de mayor elevación en el país, esta zona posee un microclima característico, con bruscos cambios en algunas de sus variables meteorológicas en períodos relativamente cortos. Las condiciones climáticas responden fundamentalmente a la variación de dos parámetros, la altitud y la exposición, por esto en éste territorio es donde mejor se manifiesta la zonación vertical (Lastres *et al.*, 2011).

Los nublados son abundantes casi todo el año en las zonas de mayor altitud, por lo que la humedad del aire es relativamente alta, registrándose nieblas intermitentes a ras del suelo a partir de 1 000 metros de altura. Los vientos locales a superficie manifiestan direcciones muy variables durante el día, mientras que en la atmósfera superior la dirección predominante es de Noreste a Suroeste por lo que las masas de nubes descargan su mayor cantidad de lluvias en la zona de barlovento (parte Norte del Parque). Así, las precipitaciones se manifiestan con mayor abundancia entre 600 m y 1 900 m de altura (Lastres *et al.*, 2011).

El relieve es complejo y con pronunciadas pendientes, por ello González & de Armas (2007) lo consideran vigoroso y Reyes & Acosta (2005) como abrupto con pendientes mayores de 30 grados.

Material y métodos

Se establecieron parcelas de 10 x 10 m (100 m^2) en siete sitios: La Jeringa Arriba, La Jeringa Abajo, Finca Armando Osorio (UZC: Santo Domingo), Mini hidroeléctrica, Finca Rolando Arriba, Finca Rolando Abajo y Altos de Palma Mocha (UZC: La Platica).

Para el establecimiento de las parcelas se fijó como criterio, la presencia de árboles de *Juglans jamaicensis* como restricción para el muestreo y, luego se realizó un muestreo aleatorio en estos sitios. Se registraron los individuos con más de 5 cm de D1,30 m.

Para determinar la suficiencia del

esfuerzo de muestreo y representar adecuadamente el bosque en estudio se analizó la curva área-especie utilizando el programa PC-ORD, Versión 4.17 (McCune & Mefford, 1999).

Estructura y composición del bosque

Para determinar la composición del bosque, se realizó la identificación botánica preliminar en el campo, confirmándose posteriormente con la literatura: Bisse (1988); López (2000); Leiva *et al*. (2002); Schaarschmidth (2002); Acevedo & Strong (2012) y, con la colección de muestras del Herbario del departamento de Ingeniería Forestal de la Universidad de Granma, del Jardín Botánico Cupaynicú y del Centro Oriental de Biodiversidad y Ecosistemas (BIOECO).

La estructura horizontal se determinó a partir del cálculo de los parámetros estructurales del bosque: abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa (Mostacedo & Fredericksen, 2000; Moreno, 2001) y el índice valor de importancia ecológica de las especies, IVIE (Lamprecht, 1990; Keels *et al.*, 1997; Boscopé & Jorgensen, 2005) que se determinó mediante la suma de los parámetros de la estructura horizontal, conforme la fórmula: IVI = Abundancia relativa + Dominancia relativa + Frecuencia relativa.

La similitud entre las diferentes parcelas se determinó, en función de la composición florística y la abundancia de cada especie, a través del análisis de conglomerados jerárquico mediante la medida de distancia de Sorensen (Bray-Curtis) (Beals, 1984; McCune & Beals, 1993) y el método de unión de los grupos fue el de Ward´s.

Resultados y discusión

La curva área - especie y de distancias (Fig. 1) indican que el muestreo con 35 parcelas distribuidas en el área fue suficiente para representar la composición florística del bosque estudiado.

Número de especies observadas = 64

Número de especies estimadas por Jackknife de primer orden = 80,5

Número de especies con una ocurrencia = 16

Número de especies con dos ocurrencias = 8

- Análisis florístico

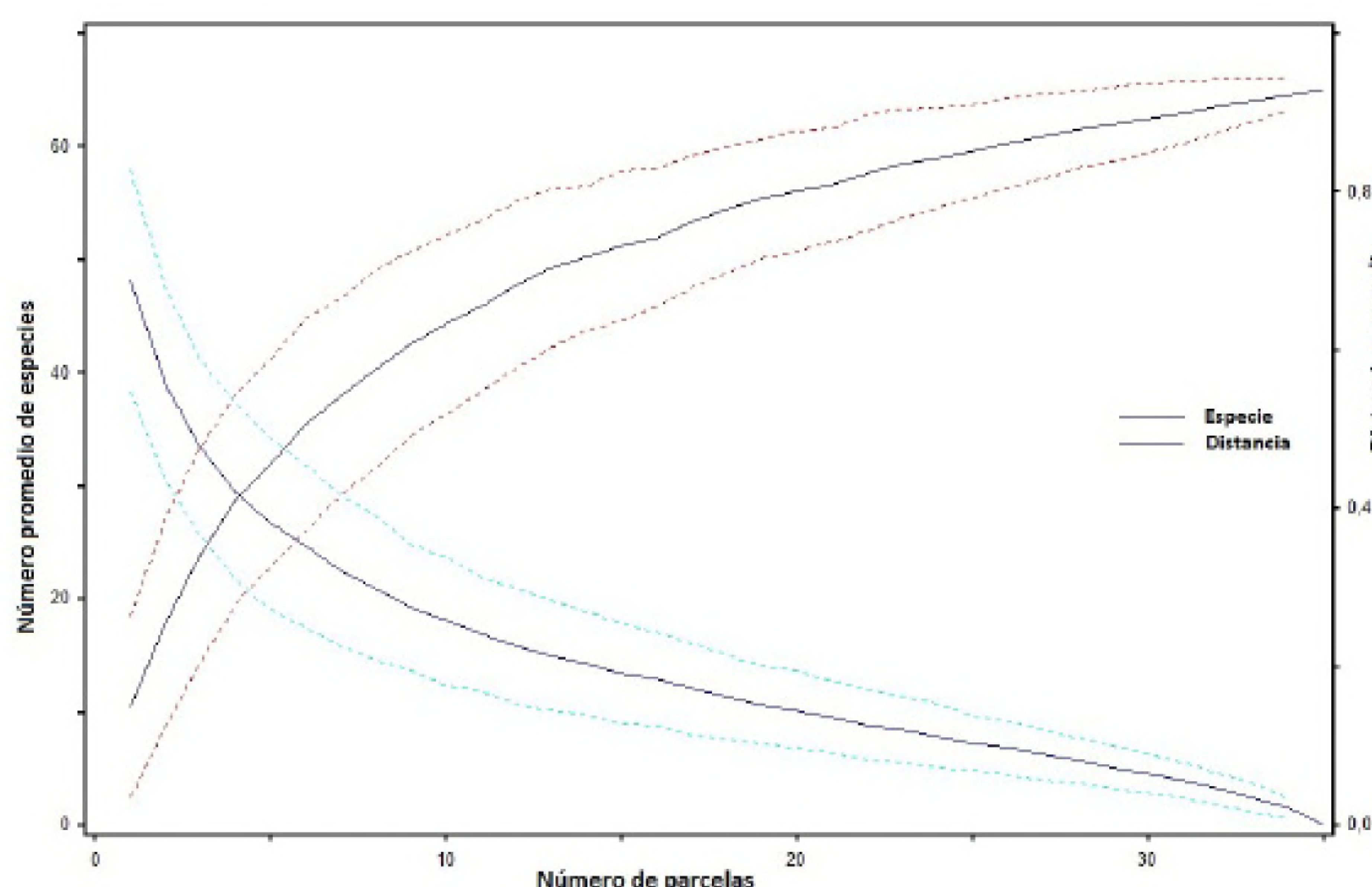


Fig. 1. Curva área especie obtenida para el bosque pluvial montano del Parque Nacional Turquino.

- La flora registrada (Cuadro 1) incluyó 33 familias, 55 géneros y 64 especies de árboles y 10 especies de bejucos, de 8 familias y 9 géneros.

Cuadro 1. Lista florística del bosque pluvial montano con *Juglans jamaicensis* C. DC., del Parque Nacional Turquino

Familia	Nombre vulgar	Nombre científico	Acrónimo
Anacardiaceae	"Jobo"	*Spondias mombin* L.	Spomomb
Anacardiaceae	"Mango"	*Mangifera indica* L.	Manindi
Annonaceae	"Guanábana"	*Annona muricata* L.	Annmuri
Annonaceae	"Purio fangar"	*Guatteria blainii* (Griseb.) Urb.	Guablai
Annonaceae	"Purio negro"	*Oxandra laurifolia* A. Rich.	Oxalaur
Araliaceae	"Ramón de vaca"	*Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch.	Denarbo
Arecaceae	"Palma Justa"	*Prestoea montana* (R. Graham) G. Nicholson	Premont
Arecaceae	"Palma Real"	*Roystonea regia* (Kunth) O. F. Cook	Royregi
Boraginaceae	"varia"	*Cordia gerascanthus* L.	Corgera
Brunelliaceae	"Guásima del pinar"	*Brunellia comocladifolia* Humb. & Bonpl. subsp. cubensis Cuatrec.	Brucomo
Caesalpinaceae	"Carbonero"	*Cassia biflora* L.	Casbifl
Cannabaceae	"Guasimilla"	*Trema micranthum* (L.) Blume	Tremicr
Cyatheaceae	"Helecho arborescente"	*Cyathea arborea* (L.) J. Sm.	Cyaarbo
Euphorbiaceae	"Aguacatillo"	*Alchornea latifolia* Sw.	Alclati
Euphorbiaceae	"Lechero"	*Sapium jamaicense* Sw.	Sapjama
Fabaceae	"Búcare"	*Erythrina poeppigiana* (Walp.) O. F. Cook	Erypoep
Fabaceae	"Yaba"	*Andira inermis* (W. Wright) DC.	Andiner
Juglandaceae	"Nogal"	*Juglans jamaicensis* C. DC.	Jugjama
Lauraceae	"Boniato hembra"	*Cinnamomum montanum* (Sw.) J. Presl	Cinmont
Lauraceae	"Boniato macho"	*Ocotea leucoxylon* (Sw.) Laness.	Ocoleuc
Lauraceae	"Levisa"	*Acrodiclidium jamaicense* (Spreng.) Nees.	Acrjama
Lauraceae	"Mulato"	*Beilschmiedia pendula* (Sw.) Hemsl.	Beipend
Magnoliaceae	"Magnolia"	*Magnolia cubensis* Urb., subsp., cubensis	Magcube
Magnoliaceae	"Rosita"	*Talauma* sp.	Talsp
Malvaceae	"Ceiba"	*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.	Ceipent
Malvaceae	"Majagua"	*Hibiscus elatus* Sw.,	Hibelat
Melastomataceae	"Cordobán 1"	*Miconia dodecandra* (Desr.) Cogn.	Micdode
Melastomataceae	"Cordobán 2"	*Conostegia* sp.	Consp
Melastomataceae	"Cordobán 3"	*Miconia elata* (Sw.) DC.	Micelat
Melastomataceae	"Cordobán 4"	*Miconia albicans* (Sw.) Steud.	Micalbi
Meliaceae	"Cedro"	*Cedrela odorata* L.	Cedodor
Meliaceae	"Cedro cubano"	*Cedrela cubensis* L.	Cedcube
Meliaceae	"Jubabán"	*Trichilia hirta* L.	Trihirt
Meliaceae	"Yamagua"	*Guarea guidonia* (L.) Sleumer.	Guaguid
Menispermaceae	"Cueriduro"	*Hyperbaena paucinervis* Urb.	Hyppauc
Mimosaceae	"Algarrobo"	*Samanea saman* (Jacq.) Merr.	Samsama
Mimosaceae	"Guabasa"	*Inga vera* Willd. subsp. vera	Ingvera
Moraceae	"Jagüey"	*Ficus membranacea* C. Wright.	Ficmemb

Moraceae	"Macagua"	*Pseudolmedia spuria* (Sw.) Griseb.	Psespur
Moraceae	"R. de caballo"	*Trophis racemosa* (L.) Urb.	Trorace
Myrtaceae	"Guayaba"	*Psidium guajava* L.	Psiguaj
Piperaceae	"Anisón"	*Piper auritum* Kunth.	Pipauri
Piperaceae	"Caisimón"	*Piper peltatum* L.	Pippelt
Piperaceae	"C. de muerto"	*Piper arboreum* Aubl. var. arboreum	Piparbo
Piperaceae	"P. de Cuba"	*Piper aduncum* L. var. aduncum	Pipadun
Poaceae	"Caña brava"	*Arundo donax* L. f. versicolor (Mill.) Stokes	Arudona
Polygonaceae	"Uvero"	*Coccoloba wrightii* Lindau	Cocwrig
Rosaceae	"Almendrillo"	*Prunus myrtifolia* (L.) Urb.	Prumyrt
Rosaceae	"Almendro"	*Prunus occidentalis* Sw.	Pruocci
Rubiaceae	"Café"	*Coffea arabica* L.	Cofarab
Rubiaceae	"Hilacho"	*Chimarrhis cymosa* Jacq.	Chicymo
Rubiaceae	"Cafetillo"	*Psychotria berteroana* DC.	Psybert
Rubiaceae	"Caney"	*Chionanthus domingensis* Lam.	Chidomi
Rutaceaea	"Ayúa"	*Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC.	Zanmart
Rutaceaea	"Mandarina"	*Citrus reticulata* Blanco.	Citreti
Rutaceaea	"Naranja agria"	*Citrus aurantium* L.	Citaura
Rutaceaea	"Naranja dulce"	*Citrus sinensis* (L.) Osbeck	Citsine
Salicaceae	"Sarnilla"	*Casearia sylvestris* Sw.	Cassylv
Sapindaceae	"Guárano"	*Cupania americana* L.	Cupamer
Sapotaceae	"Caimito"	*Chrysophyllum cainito* L.	Chrcain
Solanaceae	"Campana"	*Brugmansia suaveolens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Bercht. & C. Presl,	Brusuav
Sterculiaceae	"Guásima"	*Guazuma ulmifolia* Lam.	Guaulmi
Urticaceae	"Linda moza"	*Urera baccifera* (L.) Gaudich. ex Wedd.	Urebacc
Urticaceae	"Yagruma"	*Cecropia schreberiana* Miq.	Cecschr
		BEJUCOS	
Asteraceae	"Bejuco guaco"	*Mikania micrantha* Kunth.	Mikmicr
Dilleniaceae	"Bejuco guárano"	*Tetracera volubilis* L.	Tetvolu
Dennstaedtiaceae	"Helecho cucaracha"	*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn var. arachnoideum	Pteaqui
Fitolacaceae	"Guaniquiqui"	*Trichostigma octandrum* (L.) H. Walter	Triocta
Menispermaceae	"Bejuco dajao"	*Cissampelos pareira* L.	Cispare
Poaceae	"Tibisí"	*Arthrostylidium multispicatum* Pilg.	Artmult
Rhamnaceae	"Bejuco jaboncillo"	*Gouania polygama* (Jacq.) Urb.	Goupoly
Vitaceae	"Bejuco uvi"	*Cissus verticillata* (L.) Nicolson & Jarvis subsp. verticillata	Cisvert
Vitaceae	"Bejuco rojo"	*Cissus microcarpa* Vahl.	Cismicr
Vitaceae	"Bejuco parra"	*Vitis tiliifolia* Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.	Vittili

Las familias con mayor riqueza de especies (Fig. 2) fueron Lauraceae, Melastomataceae, Meliaceae, Piperaceae, Rubiaceae y Rutaceae con cuatro taxones respectivamente y Annonaceae y Malvaceae con tres taxones cada una, las familias con solo dos especies representaron el 26 % y el resto de las familias (50 %) estuvo representada por una espacie.

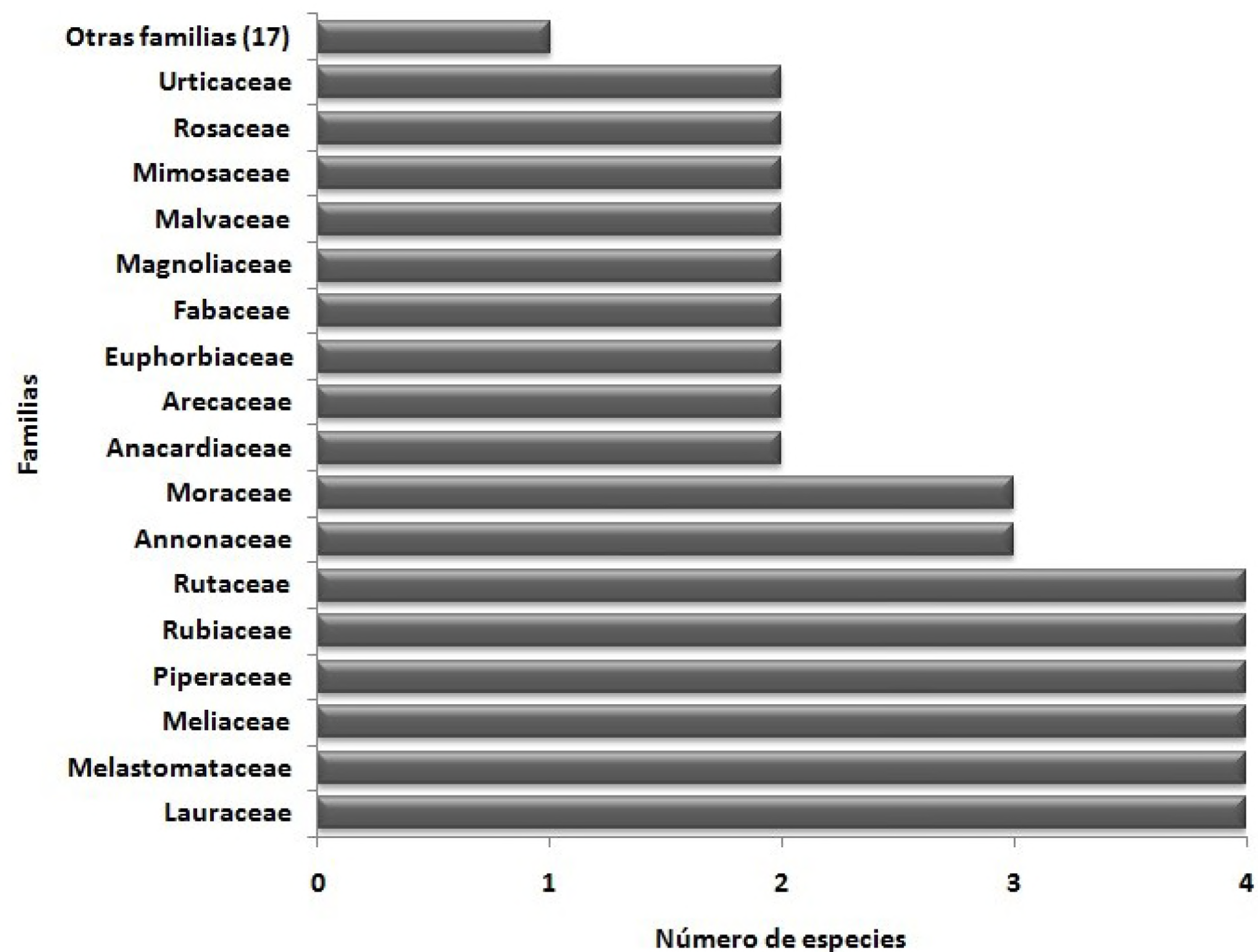


Fig. 2.- Distribución porcentual de la riqueza de especies de árboles por familias en el estudio florístico del bosque pluvial montano.

Las familias Lauraceae y Melastomataceae destacan por su riqueza en el bosque pluvial montano de la Sierra Maestra (Reyes, 2006), así como, la Annonaceae y Rubiaceae que según Del Risco (2005) constituyen elementos distintivos de esta vegetación indicadora de acidez en el suelo, de igual forma, Herrera (2007) plantea que la riqueza de especies de la familia Lauraceae aumenta en el bosque siempreverde mesófilo y en el pluvial montano en comparación con el bosque semideciduo.

A su vez, Bisse (1988) reporta como elementos propios de esta formación forestal en la Sierra Maestra, taxones como *Guatteria blainii, Ocotea leucoxylon, Oxandra laurifolia* y varias Melastomataceas de los generos *Conostegia, Miconia* y *Tetrazygia*; así como, algunos elementos del genero *Psycotria* que integran estratos en esta vegetación de montaña. Inclusive, Samek (1974) llama al piso altitudinal donde se desarrollan estas especies, Piso de los Canelones, debido a la abundancia de las del género *Ocotea*. Estos elementos constituyen integrantes

de la flora montana de Cuba, puesto que, conforman la vegetación a más de 400 msnm (Herrera, 2007).

La flora encontrada, reafirma las características florísticas del bosque pluvial montano, reveladas por Capote & Berazaín (1984); Bisse (1988); Del Risco (1995) y Reyes (2006), en las clasificaciones de la vegetación en Cuba.

Constituyen elementos de importancia fitogeográfica *Cyathea arborea*, *J. jamaicensis, Magnolia cubensis* subsp. *cubensis* y *Ocotea leucoxylon*, que presentan áreas disyuntas en la geografía montañosa cubana (Borhidi, 1991; Del Risco, 2005). Por otro lado, se encuentran las especies: *Brunelia comocladeifolia, Coccoloba wrighti, Chimarris cimosa, Chionanthus domingensis, Prunus myrtifolius, Prunus occidentalis, Prestoea montana* y *Urera baccifera* propias del ambiente montañoso que acompaña a *J. jamaicensis* "nogal" en su aria de distribución natural, demostrado por Maceira *et al*. (2005) en el inventario realizado en el bosque pluvial montano del Parque Nacional La Bayamesa, contiguo al Parque Nacional Turquino, donde se realizó la investigación.

Otras especies encontradas fueron: *Citrus aurantium, Citrus sinensis, Coffea arabica, Chrysophyllum cainito, Erythrina poeppigiana, Inga vera, Mangifera indica* y *Samanea saman* que marcan un pasado de antropización en las montañas de la Sierra Maestra, para el fomento de la cultura cafetalera como bien expone Del Risco (2005), en su curso sobre las formaciones forestales cubanas.

Se encontraron también asociadas al "Nogal", en sitios relativamente abiertos pero muy densos en los estratos medios y bajos a *Arthrostylidium multispicatum*, y *Pteridium aquilinum*, esta última, típica de las comunidades sucesionales de especies heliófilas y sinantrópicas, de la pluvisilva montana, propias de las primeras etapas de la recuperación, después de las alteraciones más intensas y largas, que forman según Maceira *et al.* (2005) en los lugares donde se producen deslaves, taludes de caminos, y degradación de los suelos (generalmente en grandes altitudes y con fuertes pendientes), una comunidad secundaria inmediata, donde el estrato herbáceo tiene un 100 % de cobertura de la pteridofita, y una altura entre 80 y 100 cm.

Integran también la flora encontrada ocho especies de bejucos (*Cissampelos pareira, Cissus verticillata, Cissus microcarpa, Gouania poligama, Mikania micrantha Tetracera volubilis, Trichostigma octandrum* y *Vitis tiliifolia*) que representan el 9 % del total de especies inventariadas y, que constituyen junto a *Arthrostylidium multispicatum* y *Pteridium aquilinum,* un peligro potencial para la supervivencia de los árboles, ya que, Putz (1991) planteó, que los bejucos ejercen un efecto negativo sobre la tasa de crecimiento y producción de semillas de los árboles y, Schnitzer & Bongers (2011), alegan que estos impregnan los bosques tropicales más bajos, provocando un efecto enorme en la diversidad de árboles, el reclutamiento, el crecimiento y la supervivencia, alterando así, la comunidad de árboles, la composición, el almacenamiento de carbono y los nutrientes y las fuentes de agua.

- **Estructura horizontal**

Las especies con mayor valor de importancia ecológica (Fig. 3), se caracterizaron por una dominancia relativa alta, por lo que, los parámetros que más influyen en el IVIE son la dominancia y la frecuencia relativas.

Dendropanax arboreus, Juglans jamaicensis así como, *Erythrina poeppigiana* ocupan las primeras posiciones por su alta dominancia, a pesar de la baja abundancia ya que

son árboles de gran porte, sin embargo, *Prunus occidentalis* ocupa el tercer lugar de importancia, y está determinada por su abundancia y frecuencia indicadores de su adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas imperantes en el bosque pluvial.

De igual forma, *Guarea guidonia* y *Piper arboreum* están determinadas por la abundancia y su frecuencia, mientras que, *Coffea arabica* e *Hibiscus elatus*, son abundantes pero poco frecuentes por la propia competencia del bosque con los cafetales abandonados después de la instauración del parque nacional y, la reconstrucción de bosques con la especie maderable.

Un gran número de las especies (32)

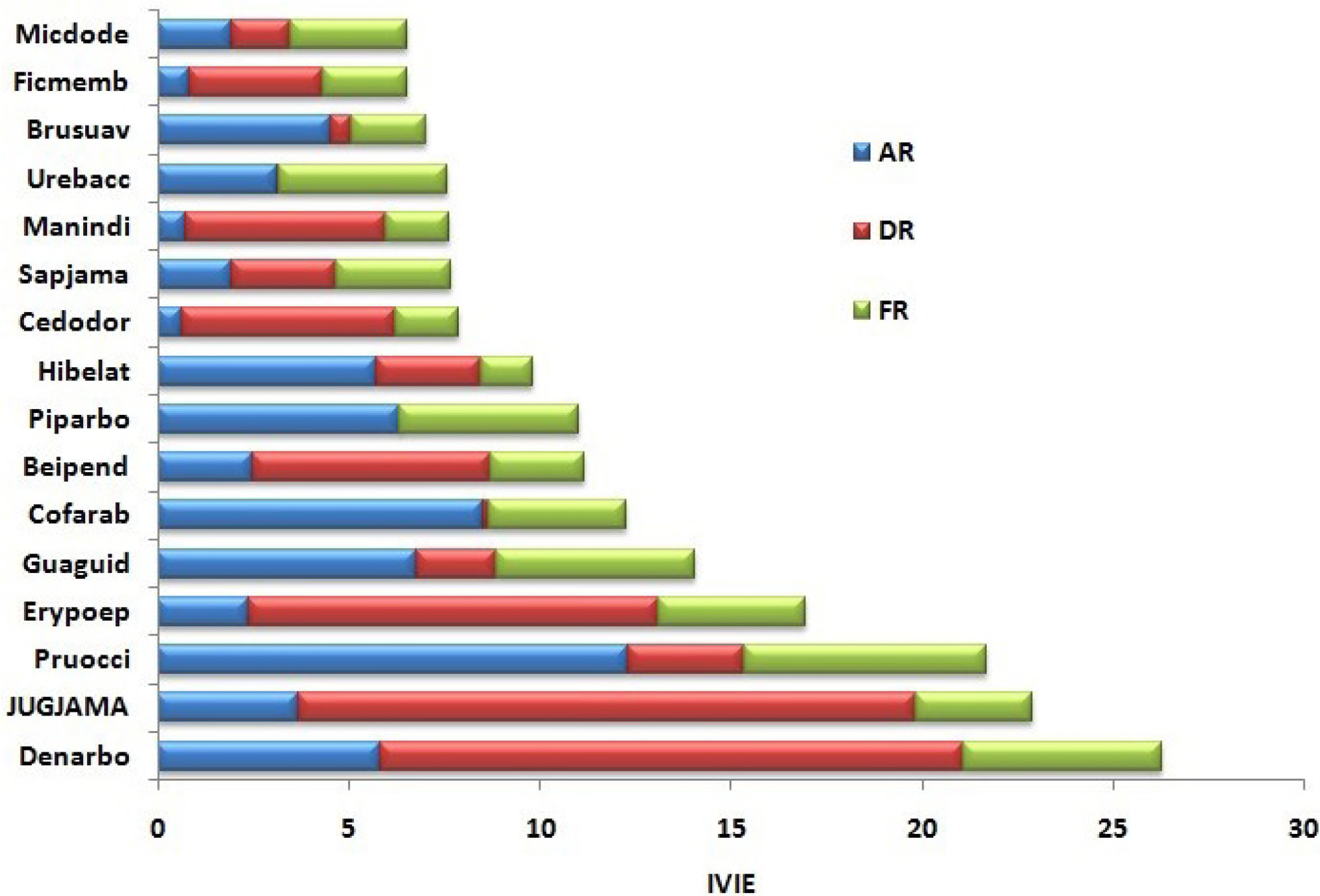


Fig. 3. Peso ecológico de las 16 especies más importantes del bosque pluvial montano.

son raras en la vegetación, a pesar de ser muchas de ellas, según Borhidi (1991), típicas del bosque pluvial como *Oxandra laurifolia, Hyperbaena paucinervis, Brunellia comocladifolia* entre otras.

- **Análisis de conglomerados**

El análisis de conglomerados (Fig. 4) permitió distinguir tres agrupaciones de acuerdo a la composición florística y abundancia de las parcelas. El primer agrupamiento está compuesto por las parcelas ubicadas en los sitios Ramón Arriba y Palma Mocha que de conjunto acumulan el 24 % de la abundancia (257 individuos) siendo *Beilschmiedia pendula, Dendropanax arboreus* y *Ocotea leucoxylon*, las especies que más tributan a este acumulado.

El segundo agrupamiento, se identifica con la mayoría de las parcelas de los sitios Jeringa Arriba, Armando Osorio y Rolando Abajo, que corresponden a aquellas relacionadas con la antropización. En este caso, se acumula el 26 % de la abundancia (281 individuos) siendo *Brugmansia*

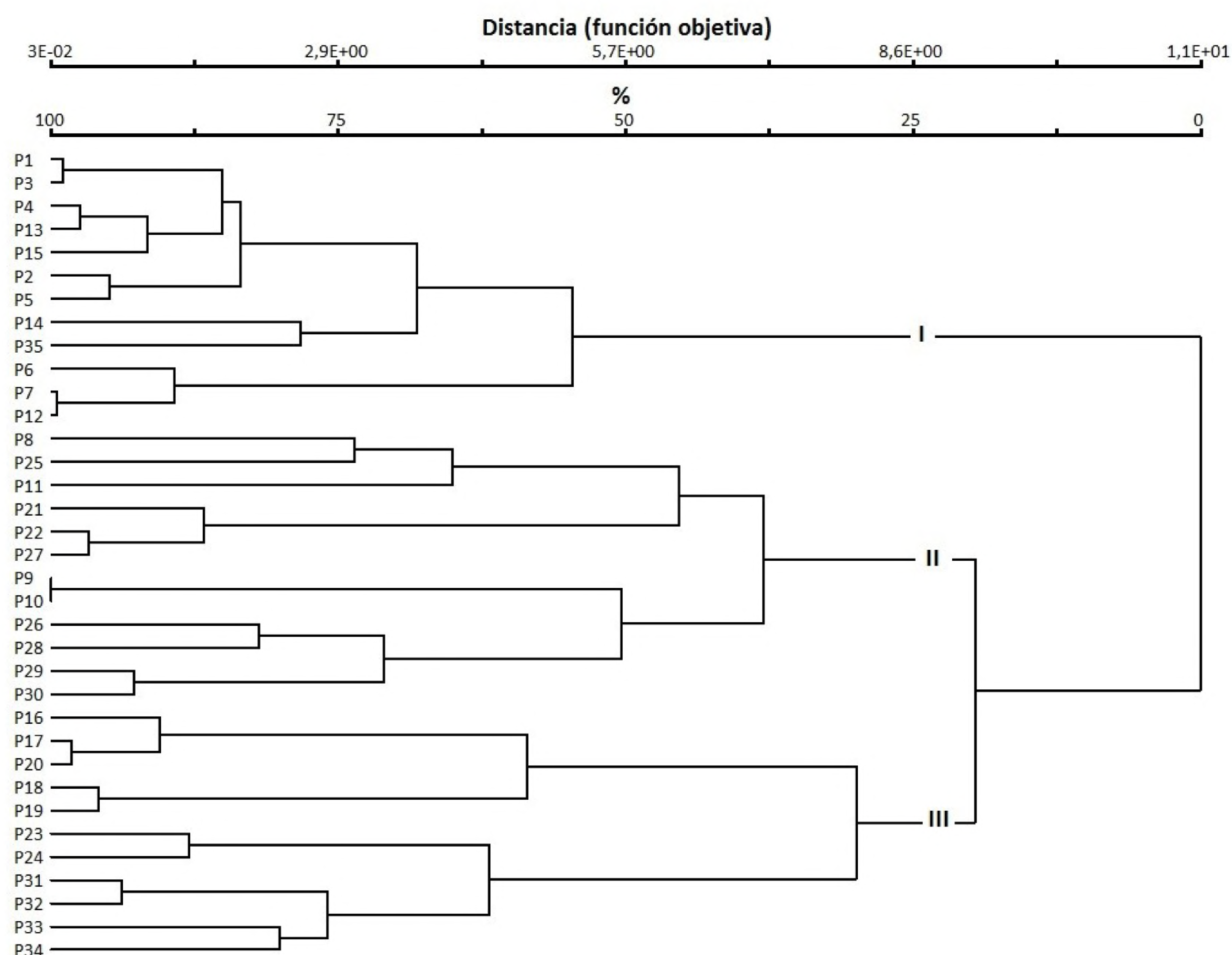


Fig. 4.- Dendrograma de agrupamiento de las parcelas del bosque pluvial montano

suaveolens (especie invasora según Oviedo *et al.*, 2012), *Coffea arabica, Juglans jamaicensis, Piper arboreum, Piper aduncum* y *Trema micranthum*, las de mayor tributo, mientras que, el tercer agrupamiento se relaciona fundamentalmente con las parcelas de los sitios Mini hidroeléctrica y Jeringa Abajo, que al igual que el agrupamiento anterior, muestra niveles considerables de antropización, fundamentalmente por la presencia de cafetales abandonados y plantaciones de *Hibiscus elatus.*

Este agrupamiento acumula el 50 % de la abundancia con 540 individuos, y está representado principalmente por *Cassia biflora, Cupania americana, Erythrina poeppigiana, Guarea guidonia, Hibiscus elatus, Miconia dodecandra, Piper arboreum, Piper auritum, Prestoea montana, Prunus occidentalis* y *Sapium jamaicense.*

Conclusiones

- La flora encontrada, refleja rasgos típicos de la vegetación original y, elementos que indican la transformación del bosque por el hombre, así como, un 9% de especies con capacidad de perturbar el crecimiento de la masa arbórea.

- Las especies de mayor peso ecológico en el bosque pluvial montano (*Dendropanax arboreus, Juglans jamaicensis Prunus occidentalis* y *Erythrina poeppigiana*) están estrechamente relacionadas con la dominancia de sus individuos, así como, por su abundancia en el caso de *Prunus occidentalis.*

- Se detectaron tres agrupamientos relacionados con las mayores altitudes y con la presencia de elementos antropogénicos como la presencia de *Coffea arabica* y plantaciones de *Hibiscus elatus.*

Literatura citada

Acevedo Rodríguez, P. & T. M. Strong. 2012. Catalogue of Seed Plants of the West Indies. Sminthonian Scholarly Press. Washington D.C. 1 192 p.

Berazaín Iturralde, R.; F. Areces Berazaín; J. C. Lazcano Lara & L. R. González Torres. 2005. Lista roja de la flora vascular cubana. Ed: Ayuntamiento de Gijón y Jardín Botánico Atlántico de Gijón. 86 p.

Capote, René P. & R. Berazaín. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. Revista de Jardín Botánico Nacional. Vol. V. (2): 27 – 75.

Borhidi, A. 1991. Phytogeography and vegetation ecology of Cuba. Budapest. Ed: Akadémiai Kiadó. 921 p.

Del Risco Rodríguez, E. 1995. Los Bosques de Cuba: Su historia y características. La Habana. Ed: Científico Técnica. 94 p.

Herrera Oliver, P. 2007. Flora y Vegetación. En: González Alonso, H. y Larramendi, J. A. Biodiversidad de Cuba. La Habana. Ed: Polymita. 313 p.

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido-. Ed: Cooperación Técnica. República Federal de Alemania. 335 p.

Lastres Aguilar, I.; P. Hernández Rodríguez & J. M. Gómez Torres. 2011. Área Protegida Parque Nacional Turquino. Plan de Manjo 2011-2015. 45 p.

Leiva Sánchez, A.; P. Pérez Álvarez; D. Albert Puentes; R. Berazaín Iturralde; I. Baró Oviedo; M. Fernández Zequeira; V. Fuentes Fiallo; J. Gutiérrez Amaro; S. Machado Rodríguez; P. Herrera Oliver; R. Ranking Rodríguez; C. Sánchez Villaverde & A. J. Urquiola Cruz. 2002. Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 6 Gentianaceae, Juglandaceae, Phytolaccaceae y Sapotaceae. Köningstein. Ed: Koeltz Scientific Books. 59 p.

Maceira, F. D.; G. A. Fong; W. S. Alverson & T. Wachter. 2005. CUBA: Parque Nacional La Bayamesa. Rapid Biological Inventories. Report 13. Chicago. Ed: The Field Museum. 81 p.

McCune, B. & M. J. Mefford. 1999. Multivariate analysis of ecological data. PcOrd-Versión 4.17 MjM Sofware. Glennneden Beach, Oregon, USA.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA, vol. I. Zaragosa, España. 84 p.

Mostacedo, B. & T. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz de la Sierra. Bolivia. 92 p.

Oviedo Prieto, R.; P. Herrera Oliver; M. G. Caluff; L. Regalado; I. Ventosa Rodríguez; J. M. Plasencia Fraga; I. Baró Oviedo; P. A. González Gutiérrez; J. Pérez Camacho; L. Hechavarría Schwesinger; L. González-Oliva; L. Catasús Guerra; J. Padrón Soroa; S. I. Suárez Terán; R. Echevarría Cruz; I. M. Fuentes Marrero; R. Rosa Angulo; P. Oriol Rodríguez; W. Bonet Mayedo; M. Villate Gómez; N. Sánchez Abad; G. Begué Quiala; R. Villaverde López; T. Chateloin Torres; J. Matos Mederos; R. Gómez Fernández; C. Acevedo; J. Lóriga Piñeiro; M. Romero Jiménez; I. Mesa Muñoz; A. Vale González; A. T. Leiva; J. A. Hernández Valdés; N. E. Gómez Campo; B. Toscano Silva; M. T. González Echevarría; A. Menéndez García; M. Chávez Zorrilla & M. Torres Cruz. 2012. Lista nacional de especies de plantas invasoras y potencialmente invasoras en la República de Cuba. Bissea vol. 6 (NE 1): 22-96.

Palmer, W. M. 2003. Ordination methods for ecologists. Disponible en http://www.carex.osuunx.ucc.okstate.edu. Consultado 18 de mayo de 2012.

Reyes, O. J. & F. Acosta. 2005. Cuba: Parque Nacional La Bayamesa (Estadios Sucesionales de la Pluvisilva Montana en el Parque Nacional La Bayamesa, Cuba). En: Maceira, F. D.; Fong, G. A.; Alverson, W. S. y Wachter, T. Rapid Biological Inventories. Report 13. Chicago. Ed: The Field Museum. 243 p.

Schnitzer, S. A. & F. Bongers. 2011. Increasing liana abundance and biomass in tropical forests: emerging patterns and putative mechanisms. Ecology Letters: 1-10.

Ter Braak, C. J. & P. Smilauer. 1997. CANOCO. Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (Version 4). Microcomputer Power. Ithaca. New York.

Arnaldoa 22 (1): 85 - 104, 2015 ISSN: 1815-8242

Pasado, presente y futuro de los "guayacanes" *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S. O. Grose y *Handroanthus billbergii* (Bureau & K. Schum.) S. O. Grose, de los bosques secos de Loja, Ecuador

Past, present, and future of "guayacanes" *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S. O. Grose y *Handroanthus billbergii* (Bureau & K. Schum.) S. O. Grose, in the dry forests is Loja, Ecuador



Gustavo Villacis Rivas, Zhofre Aguirre Mendoza, Anibal González Gonzalez, Edgar Benítez Gonzalez y Nikolay Aguirre Mendoza
Universidad Nacional de Loja
zhofre.aguirre@unl.edu.ec, zhofrea@yahoo.es
Domingo Paredes
Universidad Central del Ecuador

Resumen

Los bosques secos ecuatorianos son ecosistemas donde más del 75 % de su flora pierde estacionalmente sus hojas, con altos niveles de endemismo, y son considerados como una ecoregión de alta prioridad de conservación; pero, sujetos a fuertes presiones por actividades humanas, que han provocado disminución de su biodiversidad. En la provincia de Loja crecen dos especies de “guayacán”: *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S, O. Grose y *Handroanthus billbergii* (Bereau & K. Schum.) S. O. Grose, cuyas poblaciones se han recuperado principalmente por acciones de manejo entre ellas por la declaratoria de veda del año 1978. Los “guayacanes” se distribuyen en tres áreas: (1) en áreas con baja abundancia entre las poblaciones de Macará y Zapotillo; (2) áreas de abundancia media entre La Ceiba, Paletillas, El Chilco-Totumos; y, (3) en las parroquias con alta presencia. Las dos especies florecen entre enero-febrero, y está asociado a la presencia de precipitaciones y, es todo un espectáculo de colorido; considerado un atractivo turístico difundido nacional e internacionalmente. Sin embargo, la excesiva difusión sin planificación y sin considerar la ecología de la especie puede provocar problemas a largo plazo; además, de generar grupos de interés, sin beneficio justo y equitativo para la población local propietaria del recurso. Este documento presenta algunos elementos de la autoecología, aspectos de conservación, manejo turístico y silvilcultural de la especie y, plantea cuatro nuevas rutas de visitación para el disfrute del florecimiento de los “guayacanes”, lo cual potencialmente podría descongestionar las zonas de visita actual, evitando la sobrecarga y degradación del recurso escénico.

Palabras clave: florecimiento de “guayacanes”, recurso escénico, “guayacanes” en los bosques secos, manejo, conservación, nuevas rutas de visitación.

Abstract

Ecuadorean dry forests are ecosystems where more than 75 % of their flora loses foilage seasonally, have high levels of endemism, and are considered a high priority ecoregion for conservation but under great pressure from human activities which have diminished their biodiversity. The two guayacan species that grow in Loja province: *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S. O. Grose and *Handroanthus billbergii* (Bereau & K. Schum.) S. O. Grose, have recuperated their populations mainly through management, especially the 1978 harvest moratorium. “Guayacanes” are distributed in three areas: (1) low abundance areas between Macara and Zapotillo; (2) medium abundance areas between La Ceiba, Paletillas, El Chilco-Totumos and (3) high abundance areas in the parishes of Bolaspamba, Mangahurco, and Cazaderos. Both species bloom between january-february, are associated with precipitation, and are a colorful spectacle that is a national and international tourist attraction. Unfortunately excessive publicity without planning nor taking into account the species ecology may bring on long term problems, besides creating interest groups that will not provide just and balanced benefits for the local populations, important stake holders of this resource. This document present some autoecological information, conservation aspects, plus touristic and forestry management data besides presenting four new visitors routes for enjoyment of the “guayacan” flowering. Hopefully this may reduce congestion and avoid over using and degrading a this scenic resource.

Keywords: floering “guayacanes”, scenic resource, “guayacanes” in dry forests, management, conservation, new routes of visitation

Introducción

El bosque seco ecuatoriano es un ecosistema de importancia biológica, debido a la existencia de especies de flora y fauna con altos niveles de endemismo (Linares-Palomino y Ponce-Álvarez, 2009); no obstante, soporta fuertes presiones por actividades humanas, por lo que ha sufrido la pérdida y empobrecimiento

de su biodiversidad, por esta razón, es considerado como una ecoregión con máxima prioridad regional de conservación (Stattersfield *et al.*, 1998; Dodson & Gentry, 1991; Dinerstein *et al.*, 1995). En Ecuador su estado de conservación es crítico debido a la explotación forestal a la que ha sido sometido, así como, por su conversión en áreas agrícolas y ganaderas, especialmente en la última mitad del siglo pasado (Dodson & Gentry, 1993; Sierra *et al.*, 1999; Vásquez & Josse, 2001). Quedan pocos remanentes, en su mayoría aislados y formando parte de paisajes en los que las áreas de origen antropogénico son predominantes (Vázquez & Josse, 2001).

Los bosques secos son formaciones vegetales donde más del 75 % de su flora pierde estacionalmente sus hojas. Sin embargo, esto no implica que se produzca un auténtico periodo de descanso fisiológico, ya que muchas especies florecen en esa época (Cerón *et al.*, 1999; Aguirre-Mendoza *et al.*, 2001; Aguirre-Mendoza & Kvist, 2005). En estas zonas la precipitación generalmente es menor a 1000 mm, los meses secos son junio a noviembre, y tiene una precipitación total menor a 100 mm (Pennington *et al.*, 2000). Esta definición es amplia y permite la inclusión de diversas formaciones vegetales que van desde matorrales espinosos hasta bosque deciduos y semideciduos (Murphy & Lugo, 1995).

Los bosques secos de Loja, son el corazón de la región de endemismo Tumbesina, compartida entre Ecuador y Perú, es una de las zonas de endemismo más importantes del mundo y abarca territorios en el suroeste Ecuatoriano y noroeste Peruano desde 0 hasta 1000 msnm (Aguirre *et al.*, 2013).

Estos bosques estacionalmente secos están ubicados en áreas con gran cantidad de población humana (Hocquenghem, 1998). Se desarrollan sobre suelos aptos para cultivos, por tal razón, han sido explotados incluso desde antes de la llegada de los españoles en el siglo XVI (Hocquenghem, 1998), aunque la mayor destrucción y degradación se da en tiempos recientes (Dodson & Gentry, 1991; Parker & Carr, 1992). Como consecuencia de la degradación continua que han sufrido en las últimas décadas principalmente por la extracción selectiva de maderas y la conversión del bosque para actividades agropecuarias, estos están muy amenazados (Aguirre & Delgado, 2005; Aguirre & Kvist, 2005).

En la provincia de Loja, los bosques secos se encuentran entre 190 a 1 000 msnm, sobre terrenos de pendientes de 25-50^{o}, y cubren aproximadamente el 31% (3 400 km^2) del territorio de la provincia (Herbario Loja *et al.*, 2001; Aguirre-Mendoza & Kvist, 2005; Aguirre-Mendoza *et al.*, 2006a), éstos se reportan mejor conservados que sus similares de Manabí, Guayas y El Oro (Neill, 2000; Aguirre-Mendoza *et al.*, 2001; 2006b; Aguirre-Mendoza & Kvist, 2009). En la composición y estructura son típicos: *Ceiba trichistandra, Eriotheca ruizii, Simira ecuadorensis, Handroanthus chrysanthus, H. bilbergii, Terminalia valverdeae, Cordia macrantha, Cochlospermum vitifolium, Bursera graveolens, Caesalpinia glabrata, Piscidia carthagenensis, Geoffroea spinosa* y *Cordia lutea* (Aguirre-Mendoza *et al.*, 2006a; Aguirre-Mendoza & Kvist, 2005; Espinosa *et al.*, 2011; 2012).

H. chrysanthus y *H. bilbergii* "guayacán" son especies características de los bosques secos del Ecuador y su abundancia depende del grado de intervención antrópica que ha soportado. Su fenología depende directamente de factores climáticos, especialmente la precipitación. Al tratarse de especies caducifolias, éstas se defolian, brotan y forman botones florales, éstos

últimos aparecen entre la última semana de diciembre hasta la tercera de enero; en esta instancia fenológica, es imprescindible la lluvia para que el botón floral en 4-6 días se abra y se presente la floración total por la acción de la humedad; la floración tiene una duración de máximo ocho días.

La floración de los “guayacanes” en la zona de bosque seco es un fenómeno natural presente, pero por múltiples razones no ha sido visualizada como un atractivo escénico, situación que ha empezado a cambiar en los últimos cinco años. Pese a la importancia turística que este hecho ha cobrado, las condiciones para el aprovechamiento racional son aún insuficientes y, es posible que se genere una sobrecarga a los ecosistemas y a los pueblos, que se creen grupos de interés; y, que estas actividades no generen beneficio para la población local.

Este artículo tiene como propósito facilitar información biológica y social útil sobre los “guayacanes”, para que las operadoras de turismo, organismos de estado y organizaciones no gubernamentales; planifiquen acciones de aprovechamiento y manejo adecuadas. También, trata de dar alternativas de nuevas áreas de visitas y las posibles rutas de acceso, lo que puede facilitar las visitas y descongestionar el flujo de turistas únicamente a las zonas de Bolaspamba, Mangahurco y Cazaderos.

Resultados y discusión

Autoecología de los “guayacanes”

***Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S. O. Grose,** Syst. Bot. 32: 664 2007.

Sinónimo: *Tabebuia chrisantha* (Jacq.) G. Nicholson

Descripción botánica: Árbol caducifolio, de entre 12-20 m de altura y 20-40 cm de diámetro a la altura del pecho. Fuste recto, cilíndrico, escasamente ramificado; copa amplia, extendida e irregular; corteza fisurada pardo-oscura. Hojas palmadas compuestas, opuestas, ápice agudo y bordes aserrados, de 5 foliolos, de 6 a 12 cm de largo, envés áspero y ligeramente pubescente. Flor tubular, de 5 cm de largo, con pedúnculo, cáliz de 5 sépalos cafés; corola de 5 pétalos amarillos, en inflorescencia racimosa. Fruto una cápsula cilíndrica pubescente (parecida a una vaina) de 15 a 30 cm de largo, de color verde cuando está tierna y café cuando madura, contiene abundantes semillas aladas. Florece dos veces en el año en junio-julio y noviembre-diciembre. Se propaga por semilla y es de lento crecimiento (Pérez, 2007; González, *et al.*, 2005; García, 2006; Motto, 2005).

Handroanthus bilbergii (Bereau & K. Schumam) S. O. Grose, Syst. Bot. 32: 664 2007.

Sinónimo: *Tabebuia billbergii* (Bureau & K. Schum) Standl.

Descripción botánica.- Árbol caducifolio de 12 – 14 m de altura y 20-25 cm de DAP. Fuste cilíndrico. Corteza parda oscura, marcadamente fisurada. Ramitas café-claro con pubescencias. Hojas compuestas, opuestas, decusadas, digitadas (palmadas), tienen de 3 a 5 foliolos, ovados angostos que miden hasta 10 cm de largo y 5 cm de ancho, el foliolo terminal es más grande, los laterales más pequeños; ligeramente pubescentes en el haz, borde entero, ápice agudo a acuminado. Flores con cáliz campanulado, pubescente; corola tubular amarillo limón con estrías pardas o rojas en la garganta, de 6 -8 a cm de largo, dispuestas en una inflorescencia racimosa terminal de 6-8 flores. Frutos una cápsula linear-oblonga de 17-25 cm de largo por 8-10 mm de ancho; con pelos diminutos dispersos; café-oscuro cuando se secan. Sus semillas son delgadas

y tienen alas transparentes membranosas (Ministerio de Agricultura del Perú, 2002).

Distribución y requerimientos ecológicos de los "guayacanes" en la provincia de Loja

Los "guayacanes" prefieren suelos medianamente profundos, fértiles y con remanencia de humedad. Es raro observar creciendo las dos especies en laderas con suelos pedregosos. *H chrysanthus* tiene distribución amplia, crece en hondonadas, laderas y cumbre de colinas con pendientes moderadas, con una frecuencia de hasta el 75%, se desarrolla con una distribución natural agrupada de preferencias en manchas, formando poblaciones grandes. *H. billbergii* se observa creciendo en cumbres con una frecuencia baja de 5%, crece en forma agrupada; ocasionalmente se ven árboles aislados, y si los hay es producto de la explotación forestal pasada (Caraguay & Rivas, 2005; Aguirre *et al.*, 2001).

El bosque seco estacional donde se desarrollan los "guayacanes" del Sur del Ecuador, tiene una extensión aproximada de 111,90 ha, su mayor área se encuentra ubicada en el cantón Zapotillo, y en menor proporción en Macará, Célica, Alamor y Pindal en la provincia de Loja. La distribución del "guayacán" (Fig. 1) se pueden distinguir en tres patrones, que son: abundancia baja (1-25 individuos/ha) en una extensión aproximada de 20 144,49; abundancia media (26-50 individuos/ha) en un área de 72 089,75 y una zona con alta abundancia (> a 50 individuos/ha) que cubre una superficie de 19 673,25.

En la provincia de Loja, se estima una superficie de 3 100 km de bosque seco, localizados principalmente bajo la cuota de los 1000 msnm, con distribución potencial de "guayacán" (Herbario Loja *et al.,* 2001; 2003). La distribución de las especies en este territorio no es uniforme, existen concentraciones importantes en: a) Machanguilla, Algodonal, Vicín, Potrerillos, Jaguay Grande, Jaguay Chico, en estas áreas el "guayacán" está presente en la estructura del bosque en un porcentaje del 30 %, con dominio de *H chrysanthus;* b) La Ceiba, Garza Real, Balsa Real, Totumos, Cochas y Paletillas en una proporción de 40 % en la estructura del bosque (*H. chrysanthus*) y; c) hacia el occidente en el límite con el Perú en los poblados de Bolaspamba, Mangahurco y Cazaderos, crecen las dos especies de "guayacán", son elementos constitutivos sobresalientes de los bosque secos, correspondiendo entre el 60-70% de los elementos florísticos que componen el bosque (ver Fig. 1).

Fenología

El "guayacán" tiene una fenología que depende directamente de elementos del clima, especialmente la precipitación; siendo una especie caducifolia, se defolia, desarrolla yemas, hojas y forma botones florales. Para la máxima intensidad de la floración es necesaria la lluvia, los botones florales pueden permanecer en espera de humedad hasta un mes, luego estos serán abortados; aunque la floración se puede dar por la fuerza biológica de la planta, la intensidad será menor cuando no hay lluvias.

Algunos datos relacionados con la fenología las dos especies de "guayacán" en los bosques secos de Zapotillo se presentan en el cuadro 1.

La ocurrencia e intensidad de las fases fenológicas del "guayacán" depende de la presencia e intensidad de las lluvias, si las lluvias se presentan en diciembre, la floración será intensa y la fructificación abundante y, viceversa, por su parte la floración será menos intensa si las lluvias se

Cuadro 1. Fenología de H. chrysanthus y H. billbergii en los bosques secos de Zapotillo en el año 2005. Fuente: Caraguay & Rivas, 2005 y Velásquez (1998).

Especie	Foliación		Floración		Fructificación		Defoliación	
	Fechas	Intensidad %	Fechas	Intensidad %	Fechas	Intensidad %	Fechas	Intensidad %
Handroanthus chrysanthus	Febrero-septiembre	80-90	Última semana diciembre	50-60	Febrero-marzo	30-40	Octubre-diciembre	70-80
			Enero	80-100			enero-marzo	90
Handroanthus billbergii	Febrero-agosto	80-90	Última semana diciembre	50-60	Enero-Febrero	20-30	agosto-noviembre	70-80
			Enero	80-100			Diciembre-enero	90-100

presenten a mediados de enero y febrero.

Otros de los aspectos que posiblemente tenga una influencia en la presencia de las fases fenológicas constituye la posición donde está creciendo, por ejemplo *H. billbergii* que está distribuida en las crestas de las colinas, florece más pronto por la presencia de humedad de la garúa (Caraguay & Rivas, 2005).

Densidad de las poblaciones de “guayacán” en los bosques secos de la provincia de Loja.

En el cuadro 2 se presenta la densidad de las poblaciones de *H. chrysanthus* reportada en diferentes estudios realizados especialmente en los bosques secos de Zapotillo y Macará.

La densidad promedio de *H. chrysanthus* en el bosque seco de la provincia de Loja es de 124 individuos por hectárea, considerando individuos mayores o iguales a 5 cm de diámetro a la altura del pecho. Existen áreas con mayor concentración poblacional hacia el sur–occidente de la provincia de Loja. Esta diferencia posiblemente esté relacionada con el nivel de restauración del ecosistema luego del fuerte proceso de

Cuadro 2. Densidad de las poblaciones de H. chrysanthus, reportadas en los bosques de Zapotillo y Macará.

Localidad en bosque seco	Densidad ind./ha Mayores a 5 cm D1,30 m	Autores del estudio
Bosques secos en general	22	Montano & Roa (2012)
Algodonal	251	Granda & Guamán (2006)
Laipuna (Parcela permanente)	1	Bustamante (2010)
Laipuna	6	Ambuludi (2009)
La Ceiba 1	169	Granda & Guamán (2006)
La Ceiba 2	164	Buri (2011)
Cazaderos-Mangahurco	190	Aguirre & Delgado (2005)
Zapotillo y Macará	143	Sánchez *et al.* (2003; 2004)
La Ceiba-Cordillera Arañitas	170	Aguirre *et al.* (2001)
Bosque seco: Zapotillo y Macará.	125	Herbario LOJA *et al.* (2001)

depredación de las parqueteras de los años 80 y 90. Mientras que la densidad de *H. billbergii* es de 18 individuos por hectárea (Granda & Guamán, 2006, Sánchez *et al.*, 2003; 2004), ratificando que es una especie rara, probablemente debido a la preferencia de crecimiento (cumbres), donde las condiciones de suelo, dispersión de semillas y existencia de árboles padres han limitado su existencia.

Estructura vertical general de los bosques secos de la Provincia de Loja.

En los bosque secos de la provincia de Loja se diferencian tres estratos: i) el estrato dominante donde sobresalen: *Ceiba trichistandra* y *Eriotheca ruizii*, además *H. chrysanthus* y, *Cochlospermun vitifoliun.* ii) El estrato codominante está constituido por *Geoffroea spinosa, Bursera graveolens, Guazuma ulmifolia, Terminalia valverdae* y *Prosopis juliflora.* iii) En el estrato dominado se encuentran: *Simira ecuadorensis, Prockia crucis, Pithecellobium excelsum, Ipomoea pauciflora* y *Achatocarpus pubescens*. En el sotobosque se encuentran arbustos cuya vivacidad depende de la temporada del año, sobresalen *Crotton* sp., *Phyllanthus* sp., *Ipomoea carnea* y poáceas anuales (Herbario Loja *et al*., 2001; Aguirre *et al.*, 2001; Aguirre & Delgado, 2005; Aguirre *et al.*, 2009; Aguirre *et al*., 2013).

Regeneración natural del "guayacán" en los bosques secos de la provincia de Loja

La regeneración natural del "guayacán" *H. chrysanthus* es relativamente buena, pero, se ha evidenciado que conforme avanzan las etapas la sobrevivencia disminuye. Como puede observarse en el cuadro 3, de los más de 8000 individuos que se registraron en etapas iniciales de regeneración sobreviven menos del uno por ciento; aspectos claves para la planificación del manejo sostenible de estas poblaciones.

Cuadro 3. Categorías de regeneración natural de H. chrysanthus en los bosques secos de la provincia de Loja. Fuente: Montaño & Roa, 2012.

Plántulas (individuos/ hectárea)	Brinzal (individuos/ hectárea)	Latizal bajo (individuos/ hectárea)	Latizal alto (individuos/ hectárea)
8636,4	3863,6	339,4	51,5

La regeneración natural del "guayacán" *H. chrysanthus* es buena, pero conforme avanzan las etapas la sobrevivencia es menor, significa que en promedio solo los 51 individuos llegarán a las etapas finales de la estructura del bosque seco en calidad de árboles, que es lo que ocurre en la realidad actualmente.

Según Aguirre *et al.* (2013) entre las especies con mayor regeneración natural en los bosques secos de la provincia de Loja son: *Caesalpinia glabrata, Acacia macracantha, H. chrysanthus, Geoffroea spinosa* y *Cordia lutea*, su presencia parece suficiente para recuperar los individuos aprovechados y mantener la estructura del bosque.

Aprovechamiento del "guayacán"

Las dos especies de "guayacán": *H. billbergii* ("guayacán" madero) y *H. chrysanthus* "guayacán" han sido explotadas tradicionalmente. *H. billbergii* es menos abundante en los bosques del lado de Macará, mientras que *H. chrysanthus* se distribuye en todo el bosque seco y su presencia es abundante (Aguirre, 2012).

Estas dos especies madereras, entre los años 1968 a 1980 (1990) fueron objeto

de tala indiscriminada, que las llevó a la extinción local; los pobladores locales afectados por la sequía explotaban y vendían sus árboles a fábricas ecuatorianas y peruanas. Pero, en el 1978 por decreto presidencial se declaró a esta zona como área de veda. Datos extraoficiales indican que algunas parqueteras que diezmaron los "guayacanes", funcionaron hasta 1990 en Macará, Zapotillo y Alamor, agotando las poblaciones naturales de estas especies. Actualmente las poblaciones naturales de estas especies se han recuperado considerablemente y se tienen individuos de hasta 50 cm de $D_{1,30\ m}$.

Las poblaciones de los cantones Macará y Zapotillo con frecuencia aprovechan árboles de "guayacán" para sus necesidades en construcciones rurales y postes para el cercado de sus propiedades, este aprovechamiento es ilegal, pero, por la distancia para el control por parte del Ministerio del Ambiente, por lo general pasa desapercibido. Inclusive, existe información del *modus operandi* para el aprovechamiento y comercialización de estas especies, que se resume así: se aprovechan las plantas de "guayacán" en los bosques ecuatorianos, se pasan hacia poblados del Perú y desde aquí se comercializan a Ecuador, aparentando la legalidad de la venta de madera de "guayacán".

El aprovechamiento más común, aunque menos visualizado económicamente se da con la producción de forraje desde flores, hojas y frutos (Romero, 2009). Son cientos de kilogramos que se lograrían colectar del proceso de floración de la especie, que es alimento principal para los caprinos y bovinos que pastan extensivamente en los bosques secos de esta parte del Ecuador. Pobladores visionarios colectan y almacenan las flores y otras partes de la planta para el uso en temporada de escases de alimento. Al ritmo de aprovechamiento actual y sin levantar la veda, al parecer la regeneración natural que llega a estadios superiores, es suficiente para sostener el bosque en estructura y composición con relación a los "guayacanes".

Estrategias que han provocado la recuperación del "guayacán"

En esta sección se describen algunas de las estrategias que han sido implementadas en el bosque seco y sus efectos sobre la recuperación del "guayacán".

Influencia de la declaratoria de veda de la zona de bosque seco

Las parqueteras diezmaron las poblaciones de "guayacán" en los años 70-80 y 90, muchas fábricas de parquet funcionaron en Alamor, Célica, Macará y Zapotillo hasta cuando se agotó el recurso forestal ("guayacán"), luego estas se retiraron de la zona.

Para salvaguardar en algo los recursos forestales, toda el área de bosque seco debajo de 1000 msnm, fue declarada como Zona de Veda Total, mediante Acuerdo Interministerial del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Industrias Comercio Integración y Pesca y el Ministerio de Defensa Nacional, No 0162, del 18 de mayo de 1978.

Estudios florísticos realizados por el Herbario Loja *et al.* (2001; 2003); Aguirre *et al.* (2001), Aguirre & Delgado (2005); Aguirre *et al.* (2006); Aguirre & Kvist (2009); Aguirre, 2014) dan cuenta que esta medida legal ha permitido que los bosques secos localizados en el cordón fronterizo sur del Ecuador, se han recuperado, en particular la recuperación de las poblaciones de *H. chrysanthus* ("guayacán"), evidenciándose este beneficio en la existencia de individuos de hasta 50 cm de $D_{1,30\ m}$.

Iniciativas ambientales legales locales

Para conservar esta área considerada prioritaria para la conservación, se han impulsado algunas iniciativas para la protección y conservación de sus recursos; entre estas se citan: los estudios y declaratoria del bosque y vegetación protectora Cerro Negro-Cazaderos (Zapotillo), el bosque protector Jorupe en Macará y, La Reserva Municipal "Guayacanes" (Mangahurco).

El Proyecto bosque seco fases I y II, ejecutado por el Servicio Holandés de Cooperación (SNV), desarrollado entre los años 2000-2006, ejecutó investigaciones puntuales sobre manejo de algunas especies florísticas de la zona del bosque seco; especialmente sobre especies forrajeras.

La Universidad Nacional de Loja conjuntamente con COSV (cooperación italiana), ejecutaron el Proyecto binacional de manejo comunitario de bosque seco, donde se realizaron investigaciones acerca de la regeneración natural de especies forestales, manejo de ganado caprino y, restauración de bosques degradados.

La Fundación Naturaleza y Cultura Internacional ha impulsado la creación de tres reservas para la conservación: Reserva Natural Tumbesina Laipuna con 1 600 ha, Reserva Cazaderos de 6 000 ha y Reserva Natural Tumbesina La Ceiba que tiene 10 200 ha. En cada área se desarrollan acciones de investigación, protección y capacitación productiva a la población local. Se realizan patrullajes con guarda parques locales para la prevención de incendios forestales, tráfico de madera y fauna silvestre (Paladines, 2003).

En julio del 2014 por iniciativa e impulso de la Mancomunidad de Bosque Seco, se logró la declaratoria de Reserva de la Biosfera del bosque seco, título honorífico que solo tienen seis áreas en el Ecuador. Esto ayudará, a que se continúe con trabajos especialmente de mejoramiento de calidad de vida de la población local, lo que es a su vez, el enganche perfecto para la conservación de los recursos naturales de la ecoregión. Oficialmente desde el 21 de enero del 2015, el bosque seco (ubicada entre las provincias de El Oro y Loja) es parte de la reserva de biosfera Bosque Seco y cubre un área de 501 000 hectáreas, en la que habitan 104 000 personas.

Todo este proceso ha provocado que la población luego de casi 50 años de humanización de estos ambientes, se sienta parte y tenga pertenencia de los recursos e inicie a valorar y cuidar el bosque seco, porque percibe que le sirve más como bosque que como área degradada, aunque tenga que prescindir de ciertos recursos naturales maderables tradicionalmente aprovechados.

El proyecto COSV-UNL (2004-2011) impulsó el manejo concertado del bosque seco con la participación de los gobiernos locales (municipios) con buenos resultados en el ámbito de la gobernanza y acciones productivas. Se impulsó la agroforestería, identificación de especies forrajeras, educación ambiental para la conservación del bosque, organización comunitaria para aprovechar miel de insectos y algodón de ceibo.

El florecimiento del "guayacán" como recurso escénico

En la frontera con el Perú, en el cantón Zapotillo se encuentran las parroquias de Bolaspamba, Mangahurco y Cazaderos, donde cada año se produce un evento natural de particular belleza, la floración de los "guayacanes". Este es un espectáculo de color y encanto natural, los árboles de *H. chrysanthus* y *H. billbergii*, en ésta época

del año (diciembre a enero) se visten de amarillo y cobijan de colores a la vegetación del lugar, convirtiéndose en un atractivo turístico excepcional.

Se estima que en esta área (aproximadamente 40 000 ha) los “guayacanes” son la especie dominante y, su población corresponde al 50-60% de la estructura del bosque (Fig. 2). Como ya se mencionó anteriormente, el “guayacán” es una especie caducifolia, que en noviembre y diciembre eliminan sus hojas; pero luego de las primeras lluvias (diciembre y enero) no emite hojas sino un botón floral que al inicio es verde; pero luego de siete días su capullo se abre y sus flores se tornan amarillas. El espectáculo del florecimiento dura entre 5 a 8 días, luego las flores caen al suelo y sirven de forraje para el ganado caprino y vacuno; después de este periodo nacen hojas, tornándose el paisaje en otro color.

Un aspecto importante, es que el florecimiento de los “guayacanes”, ha permitido que los habitantes de las parroquias Bolaspamba, Mangahurco y Cazaderos, hayan avanzado en conciencia ambiental, ellos están conscientes que ahora es prohibido talar los “guayacanes”, debido a que la colectividad reconoce la importancia de valorar estas especies.

Ante el auge del turismo que ha originado el florecimiento de los “guayacanes”, en la actualidad existen experiencias locales de emprendimiento como el grupo de “Turismo Comunitario” cuyo fin es aprovechar las potencialidades turísticas que oferta el “guayacán” en las localidades de Zapotillo. Estos grupos están impulsando la construcción de una hostería comunitaria, que permitirá brindar un mejor servicio a los visitantes y generar recursos económicos que permitan el mejoramiento del nivel de vida de la población local.

Un aspecto negativo de la notoriedad que han ganado los “guayacanes” en los últimos años, es la falta de fundamentos técnicos con la que se realiza la excesiva difusión por parte de los medios de comunicación escrita, radial y televisiva, quienes difunden incluso imágenes de años pasados que no corresponden a la realidad de cada año, esto se da por desconocimiento técnico, pero se puede provocar mucho daño especialmente social ya que se pueden crear falsas expectativas a los potenciales visitantes. Además, la frecuente propaganda sumada a la ausencia de un plan de visitación, provoca una asistencia masiva de turistas, lo que a su vez genera una sobrecarga de visitantes que afectan al recurso natural, concomitantemente la alta afluencia de personas incentiva la aparición de grupos de interés, que no permite una repartición justa y equitativa de ingresos derivados del aprovechamiento del recurso escénico “guayacanes” entre los moradores locales.

Beneficios sociales del florecimiento de los “guayacanes”

El florecimiento de los “guayacanes” en el bosque seco es un acontecimiento muy especial, debido a que esta fase fenología de las dos especies de “guayacán” provoca que la planta se cubra totalmente de flores amarillas pintando literalmente de amarillo el bosque seco y, luego las flores al caer de igual manera transforma al piso en una alfombra amarilla, estas características llevan que este acontecimiento biológico sea considerado un recurso escénico, aprovechado para actividades turísticas.

A partir del año 2011, se visualiza el florecimiento de los “guayacanes” como atractivo escénico importante y, por ende una alternativa turística, especialmente en las parroquias de Bolaspamba, Mangahurco

y Cazaderos, la difusión realizada por diferentes medios y entidades han provocado una explotación de visitas, estimándose un promedio anual de visitas de entre 4000- 6000 personas, en un periodo de cinco días.

Los beneficios percibidos por la población local, temporales por cierto, son alentadores. El florecimiento de los "guayacanes" ha permitido apalear en algo la modesta y frágil economía campesina del sector, se ha diversificado su economía producto de ingresos por hospedaje, alimentación, guías locales y, ventas informales de artesanías. Un aspecto aún no muy visualizado es el relacionado con el mejoramiento de la autoestima de las personas, la mayoría de la población de estos sectores, ahora saben que existen, se sienten visualizados porque conservan estas especies paraguas; esto es importante, porque pueden reclamar obras, agua potable, servicios básicos de los pueblos, mejoramiento de vías y otras, que les permiten acceder a un mejor nivel de vida.

Las diferentes fases del proceso fenológico de los "guayacanes", se potencia cuando existen lluvias y la productividad de las especies llega a su máximo. Hojas, flores y frutos constituyen un excelente forraje para ganado caprino y ovino que la población local pasta en los bosques. Es de recalcar que la mayoría del potencial forrajero de estas especies proviene de las flores. Romero (2009) reporta una producción de biomasa de *H. chrysanthus* de 491 kg/ha, este aprovechamiento forrajero provoca un ahorro por parte de la población local y, se visualiza como un gasto evitado por la posible adquisición de forraje.

También existen beneficios que no se quedan en la población local y son los relacionados a las empresa turísticas; empresas de transportes aéreas, terrestres; hoteles y restaurantes de Zapotillo y Macará. Adicionalmente, la imagen de país como un destino turístico se incrementa, debido a la calidad del recurso escénico potenciado y aprovechado.

Necesidades para mejorar el manejo del recurso escénico "guayacanes"

Conocimiento científico

Los planificadores del desarrollo y de actividades turísticas necesitan de información científica para llevar a cabo sus actividades, con el fin de evitar la creación de falsas expectativas, la sobrecarga de visitantes, el aprovechamiento inadecuado del recurso y, el mal manejo de los turistas. Es necesario crear sinergias con las universidades u otras instituciones que hayan generado ciencia a partir de los recursos naturales de la zona, no solo para utilizar los conocimientos ya desarrollados, sino para generar más información científica-técnica en torno a los vacíos identificados. Esto mejorará las condiciones y calidad de los servicios que se oferten al turista y sobre todo apoyará a que se mantengan los recursos naturales que son muy susceptibles a ser degradados.

Es necesario llevar a cabo un estudio que permita visualizar otros recursos escénicos de la zona, esto contribuiría a que los visitantes permanezcan más tiempo en la zona y sea placentera su visita al conocer y disfrutar de otros recursos escénicos; además, podría ayudar a distribuir las visitas a lo largo del tiempo, evitando concentración en una sola época y generando ingresos a los pobladores locales de manera sostenida a lo largo del tiempo.

Infraestructura básica

El turismo alternativo y responsable es exigente y, especialmente esta exigencia

está orientada hacia la satisfacción de los visitantes, ya que de su aceptación y placer dependerá el futuro de la actividad turística en la zona. Por esta razón es necesario:

i) Motivar y capacitar para que la población local adecue sus viviendas para receptar a visitantes. La idea es que cada poblador tenga la posibilidad de brindar a un turista hospedaje y alimentación, esto le generará ingresos económicos directos y será un actor real del desarrollo local.

ii) Organizar y capacitar grupos de familias que en conjunto podrían ofertar servicios de hospedaje y alimentación a los visitantes, durante los días que demora la actividad turística.

iii) Capacitar a la población local para que sean ellos mismos los guías encargados de interpretar los recursos naturales de la zona, abarcando plazas hasta ahora ocupada por actores externos, de lo contrario la población local solo es un cuidador y no un beneficiario directo de sus recursos naturales.

iv) Desarrollar un mecanismo de contribución económica voluntaria por parte de los operadores turísticos y grupos de turistas individuales, por el desarrollo de sus actividades en la zona. Estas contribuciones deberán ser manejadas por la población local y se usarían en adecuaciones de los servicios básicos en las cabeceras parroquiales y barrios donde se realice la actividad turística.

v) Construcción de espacios para camping de los visitantes, estos tienen que estar provistos de: seguridad, baterías sanitarias, agua, señalética, entre otros.

vi) Los Ministerios de Turismo y Ambiente, con el apoyo de las universidades deben impulsar la definición de áreas de visita masiva y áreas de visitas restringidas. A la vez construir senderos que faciliten la visitación y colocación de señalética interpretativa e informativa, con el fin de mejorar la atención al visitante y conservar el recurso escénico "guayacán".

vii) Fomento de la capacidad local mediante educación ambiental dirigida a los pobladores, con el propósito de alcanzar la máxima consciencia ambiental, lo que significaría garantizar la presencia de gente que valora y por ende cuida los recursos naturales de su entorno.

Planificación responsable de la oferta de tours de las operadoras

Un aspecto importante de manejar es el relacionado a la oferta de tours que realizan las operadoras o grupos de personas hacia la zona. Las experiencias de los dos últimos años no han sido las mejores, debido a que se planifican actividades sin conocimiento previo de la realidad actual, tanto silvicultural (manejo de la especie), económica y social. Las operadoras turísticas generalmente consideran referencias de años anteriores, especialmente en cuanto a las fechas de floración del "guayacán", esto desemboca en una improvisación, creación de grupos de interés y falsas expectativas, con resultados negativos para el turista y para la población local que es posible receptora de los visitantes.

Otro aspecto importante que se debe manejar es lo relacionada con la generación de ingresos económicos tangibles para la población local, éstos deben ser justos y equitativos, ya que se trata del aprovechamiento de recursos escénicos locales, cuya pertenencia y cuidado son de los campesinos del sector. La experiencia hasta la actualidad deja un balance negativo notorio, ya que la población local solo sirve de cuidadora del recurso, pero los ingresos económicos no se visualizan, al parecer

los más beneficiados son los externos. Esto podría convertirse en un incentivo perverso, ya que la población local podría cansarse y perder interés en cuidar los recursos naturales que en este caso son el sustento de la actividad turística impulsada.

Restauración ecológica con especies producidas en biotecnología

Las poblaciones de "guayacán" se han recuperado desde la declaratoria de veda; sin embargo, habrá que preguntarse qué pasaría si la veda se levanta, seguirán los "guayacanes" en pie como hasta ahora, posiblemente no y ante ello se debe aplicar el principio de precaución; cuáles son las alternativas entonces:

i) Impulsar la siembra de "guayacanes" en fincas particulares, en terrenos comunales; parques, áreas verdes de colegios y escuelas; aprovechar todos los espacios donde se pueda sembrar estas especies.

ii) Manejar silviculturalmente la especie, esto implica valorar la regeneración natural, realizar raleos de la regeneración, practicar podas de formación, podas sanitarias para mejorar la arquitectura de los individuos de "guayacán" existentes en las áreas visitadas.

iii) Impulsar la declaratoria del "guayacán" como árbol emblemático de los cantones Zapotillo y Macará, y específicamente de los poblados de Bolaspamba, Mangaurco y Cazaderos, con el liderazgo de los GAD.

Propuesta de rutas turísticas alternativas

Hasta el momento la mayor afluencia de visitantes se concentra en las parroquias de Bolaspamba, Mangahurco y Cazaderos; sin embargo, existen otras zonas que los turistas pueden visitar (ver Fig. 3). Se plantean cuatro alternativas de rutas turísticas que se podría considerar:

Ruta 1: Loja-Macará, desde Macará se puede visitar los barrios Machanguilla, Laguar, Algodonal, Vicín, Potrerillos, Jaguay Grande, Jaguay Chico y Loma Amarilla y se llega hasta Saucillo; desde ahí se puede dirigir hacia Sabanilla donde también hay "guayacanes" en el trayecto, para retornar hacia Loja por Célica. Este recorrido tiene una duración de un día. Desde Célica también se podría continuar al bosque petrificado de Puyango.

Ruta 2: Esta es la ruta tradicional: Loja-La Ceiba-Cochas-Paletillas, Bolaspamba, Mangahurco y Cazaderos, pero en lugar de regresar por la misma vía, se puede salir hacia Alamor, atravesando Mangahurquillo y El Limo. Es una ruta muy atractiva por la variante de vegetación y por la posibilidad de visitar el bosque petrificado de Puyango, donde también existen "guayacanes". Se necesitan de dos a tres días para este recorrido.

Ruta 3: Loja-La Ceiba-El Chilco, Totumos, Las Pavas, Cochas, Paletillas, Bolaspamba, Mangahurco, Cazaderos; se puede retornar por Paletillas hacia La Ceiba y luego a Loja, por Macará o Célica. También de Cazaderos se puede tomar la variante Mangahurquillo-Limo-Alamor

Ruta 4: Loja-Pindal, desde aquí por la parroquia Milagros-Añalcal-Cerro Verde-Tambillo la Y de la vía La Ceiba, continuar a Paletillas-Bolaspamba-Mangahurco-Cazaderos, se retorna a Paletillas-Pindal y a Loja o, desde Cazaderos ir hacia Alamor por Mangahurquillo. Son necesarios dos días para este recorrido.

Consideraciones finales

• La veda declarada en 1978 para evitar la explotación de las maderas comerciales del

bosque seco, ha funcionado y permitido que las poblaciones de "guayacán" se recuperen satisfactoriamente; sin embargo, se debe pensar en su sostenibilidad para el futuro. Generalmente las medidas de comando y control, como las vedas, trasladan las presiones hacia otros sitios y requieren de sólidos mecanismos de monitoreo y control para su efectividad. En este sentido, se debe pensar en incentivos a quienes protegen el recurso natural del que se sirve la sociedad en su conjunto.

• El aprovechamiento escénico de la fase fenológica de florecimiento de los "guayacanes", ha permito mejorar temporalmente las condiciones de vida de la población que vive en la zona, por lo que, es necesario pensar en otras alternativas más sostenibles en el tiempo.

• Las precipitaciones son el principal factor limitante para el florecimiento de los "guayacanes" y, deben ser tomadas en consideración para la planificación del turismo, evitando la creación de falsas expectativas. Esto a su vez, conlleva a la necesidad de fortalecer los sistemas de monitoreo meteorológico.

• La infraestructura para atender a los visitantes que van a disfrutar de la belleza escénica que ofrece el florecimiento de los "guayacanes", es deficiente. Es necesaria una mayor capacidad local, capacitación de guías y, el mejoramiento de servicios básicos.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Loja y Dirección de Investigaciones de la Universidad Nacional de Loja, por el apoyo logístico para los recorridos por la zona de bosque seco, a Fabián Sotomayor del CINFA por la colaboración en la elaboración de los mapas.

Literatura citada

Aguirre-Mendoza, Z.; Y. Betancourt-Figueras & G. Geada-López. 2013. Regeneración natural en los bosques secos de la provincia de Loja y su utilidad para el manejo local. Revista CEDAMAZ. 3 (1): 54-65.

Aguirre-Mendoza, Z.; Y. Betancourt-Figueras & G. Geada-López. 2013. Composición florística, estructura de los bosques secos y su gestión para el desarrollo de la provincia de Loja, Ecuador. Revista Avances. 15 (2): 134-146.

Aguirre-Mendoza, Z. 2012. Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Proyecto Manejo Forestal Sustentable ante el Cambio Climático. MAE-FAO-Finlandia. Quito, Ecuador. 106 p.

Aguirre, Z. & T. Delgado. 2005. Vegetación de los bosques secos de Cerro Negro-Cazaderos, Occidente de la Provincia de Loja. En: M. A. Vásquez, J. F. Freira & L. Suárez (Eds.), Biodiversidad en los bosques secos de la zona de Cerro Negro-Cazaderos, occidente de la provincia de Loja: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas. Pp. 9-24. EcoCiencia, MAE y Proyecto Bosque seco. Quito, Ecuador.

Aguirre, Z. & L. P. Kvist. 2005. Composición florística y estado de conservación de los bosques secos del sur-occidente del Ecuador. Lyonia 8 (2): 41-67.

Aguirre, Z.; L. P. Kvist & O. Sánchez. 2006. Diversidad y distribución de árboles y arbustos en los bosques secos de Ecuador. En: Moraes, M.; B. Øllgaard; L. P. Kvist; F. Borchsenius & H. Balslev (Eds.), Plantas económicamente importantes de los Andes centrales – incluye paisajes altoandinos, bosques y montañas entre 1.000-6.500 m de Bolivia, Ecuador y Perú. La Paz: Bolivia.

Aguirre, Z.; E. Cueva; B. Merino; W. Quizhpe & A. Valverde. 2001. Evaluación ecológica rápida de la vegetación en los bosques secos de La Ceiba y Cordillera Arañitas, provincia de Loja, Ecuador. En: Vásquez, M. A.; M. Larrea; L. Suárez & P. Ojeda (Eds.), Biodiversidad en los bosques secos del sur-occidente de la provincia de Loja. Pp. 15-35. EcoCiencia, Ministerio del Ambiente, Herbario LOJA y Proyecto Bosque seco, Quito, Ecuador.

Balslev, H. & B. Øllgard. 2002. Mapa de vegetación del sur de Ecuador. En: Aguirre, Z., J. E. Madsen; E. Cotton & H. Balslev (Eds.), Botánica Austroecuatoriana. Editorial Abya Yala, Quito, Ecuador.

Cabrera, O; Z. Aguirre, W. Quizhpe & R. Alvarado.

2002. Estado actual y perspectivas de conservación de los bosques secos del sur-occidente ecuatoriano. En: Aguirre, Z.; J. E. Madsen, E. Cotton & H. Balslev. (Eds). Botánica Austroecuatoriana. Pp. 65-78. Editorial Abya Yala, Quito, Ecuador.

Caraguay C. & R. Rivas. 2005. Distribución, fenología y crecimiento diamétrico de cuatro especies forestales en la reserva natural Tumbesia La Ceiba del cantón Zapotillo. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.

Cerón, C. E. 1996. Diversidad, especies vegetales y usos en la Reserva Ecológica Manglares-Churute, Provincia de Guayas, Ecuador. Geográfica 36:1-92.

Cerón, C. E.; W. Palacios; R. Valencia & R. Sierra. 1999. Las formaciones naturales de la Costa del Ecuador. En: R. Sierra (Ed.), Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Pp. 55-78. Proyecto INEFAN, GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.

Dinerstein, E.; D. M. Olson, D. J. Gram; A. L. Webster; S. A. Primn, M. PO. Brookbinder & G. Ledec. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecoregiones de América Latina y Caribe. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/ Banco Mundial. Washington DC.

Dodson, C. H. & A. H. Gentry. 1991. Biological extinction in western Ecuador. Ann. Missiouri Bot. Gard. 78:273-295[STANDARDIZEDENDPARAG]

Gentry, A. H. 1982. Phytogeographic patterns as evidence for a Chocó refuge. En: G. T. Prance (Ed.), Biological diversification in the tropics. Pp. 112-136. Columbia University Press, New York.

Herbario LOJA; UNISIG & CINFA. 2001. Zonificación y determinación de los tipos de Bosque seco en el sur-occidente de la provincia de Loja. Informe Final. Herbario Loja -Proyecto Bosque seco, Universidad Nacional de Loja, Ecuador. 144 pp.

Herbario LOJA; CINFA & SNV. 2003. Zonificación ecológica de los seis cantones de influencia del Proyecto Bosque seco. Fase II. Informe Final. Herbario Loja - Proyecto Bosque seco, Universidad Nacional de Loja, Ecuador. 144 pp.

Hocquenghem, A. M. 1998. Para vencer la muerte. Piura y Tumbes. Raíces en el bosque seco y en la selva alta - Horizontes en el Pacífico y en la Amazonia. CNRS, IFEA, INCAH. Lima, 445p.

Josse, C. & H. Balslev. 1994. The composition and structure of a dry, semidecidious forest in western Ecuador. Nord. J. Bot. 14:425-433.

Kessler, M. 1992. The vegetation of South-west Ecuador. En: B. J. Best (Ed.), The Threatened Forests of South-West Ecuador. Pp. 7-79. Biosphere Publications, Leeds.

Klitgaard, B.; P. Lozano; Z. Aguirre; B. Merino, N. Aguirre, T. Delgado & F. Elizalde. 1999. Composición florística y estructural del bosque petrificado de Puyango. Estudios Botánicos en el sur del Ecuador. Universidad de Loja, Herbario Loja 3:25-49.

Linares-Palomino, R. 2006. Phytogeography and floristics of seasonally dry forests in Peru. En: Pennington, R. T.; G. P. Lewis & J. A. Ratter (Eds.), Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography and Conservation. pp. 257-279. CRC, Boca Raton, FL.

Linares-Palomino, R. & S. I. Ponce-Alvarez. 2005. Tree community patterns in seasonally dry tropical forests in the Cerros de Amotape Cordillera, Túmbez, Perú. For. Ecol. Manage. 209: 261-272.

Linares-Palomino, R. & S. Ponce-Álvarez. 2009. Structural patterns and floristics of a seasonally dry forest in Reserva Ecológica Chaparri, Lambayeque, Perú. Tropical Ecology 50 (2): 305-314.

Lozano, P. 2002. Los tipos de bosque en el sur de Ecuador. En: Aguirre, Z.; J. E. Madsen; E. Cotton & H. Balslev. (Eds). Botánica Austroecuatoriana. Pp. 29-49. Editorial Aya Yala, Quito, Ecuador.

Madsen, J. E.; R. Mix & H. Balslev. 2001. Flora of Puná Island. Plant resources on a neotropical island. Aarhus University Press, Denmark. 289 pp.

Murphy, P. & A. E. Lugo. 1995. Dry forests of Central America and the Caribbean. En: Bullock, S. H.; H. A. Mooney & E. Medina (Eds.), Seasonally Dry Tropical Forests. Pp. 9-34. Cambridge University Press, Cambridge.

Parker, T. A. & J. L. Carr (Eds.). 1992. Status of the forest remnants in the Cordillera de la Costa and Adjacent areas of Southwestern Ecuador. Rapid Assessment Program Working Paper 2. Conservation International, Washington D.C. 172 pp.

Pennington, R. T.; D. E. Prado & C. A. Pendry. 2000. Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes. J. Biogeogr. 27:261-273.

Romero, A. 2009. Determinación de la capacidad receptiva en tres tipos de bosque seco sometidos a pastoreo de ganado caprino en época seca, en Paletillas, Cantón Zapotillo. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. 84 p.

Sánchez, O.; Z. Aguirre & B. Merino. 2003. Caracteri-

zación de la vegetación forrajera (periodo seco) en los bosques secos de Zapotillo y Macará en la provincia de Loja. Proyecto Bosque Seco-COSV-UNL. Loja, Ecuador. 76 p.

Sánchez, O.; Z. Aguirre & B. Merino. 2004. Caracterización de la vegetación forrajera (periodo lluvioso) en los bosques secos de Zapotillo y Macará en la provincia de Loja. Proyecto Bosque Seco-COSV-UNL. Loja, Ecuador. 97 p.

Sierra, R. (Ed.). 1999. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN, GEF-BIRG y EcoCiencia, Quito, Ecuador. 194 pp.

Vázquez, M. & C. Josse. 2001. Breve introducción a los bosques secos: En Vásquez, M.; M. Larrea; L. Suárez & P. Ojeda. Biodiversidad de los bosques secos del surocciente de la provincia de Loja: un aporte a las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas. Ecociencia, Ministerio del Ambiente y Proyecto Bosque Seco. Quito, Ecuador.

Velázquez, M. 1998. Identificación, fenología, usos y clasificación de los árboles y arbustos del bosque seco de Guápalas. Tesis Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

ANEXO

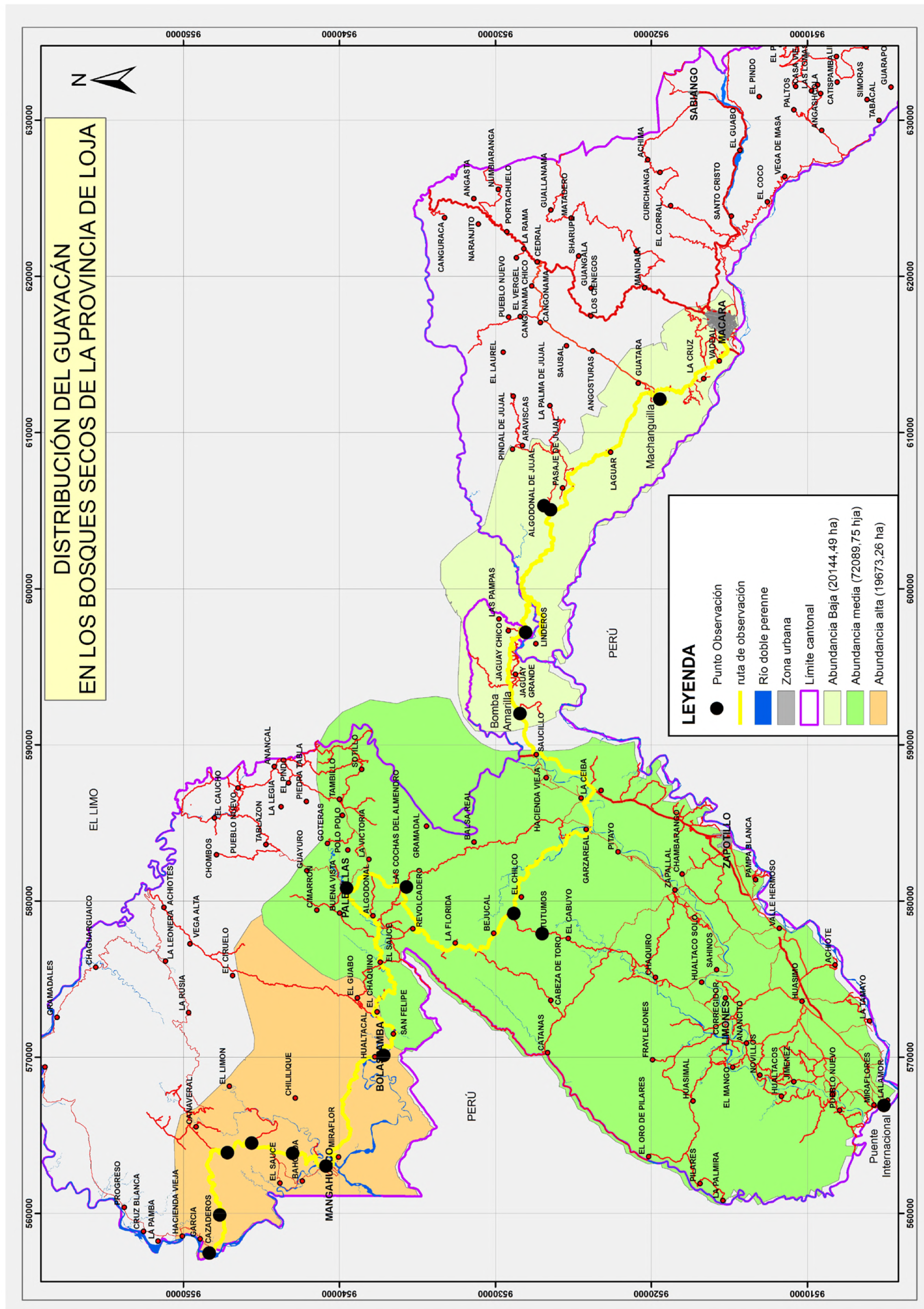


Fig. 1. Mapa de distribución de guayacanes en los bosques secos de la provincia de Loja



Fig. 2. Florecimiento de “guayacanes” en Mangahurco

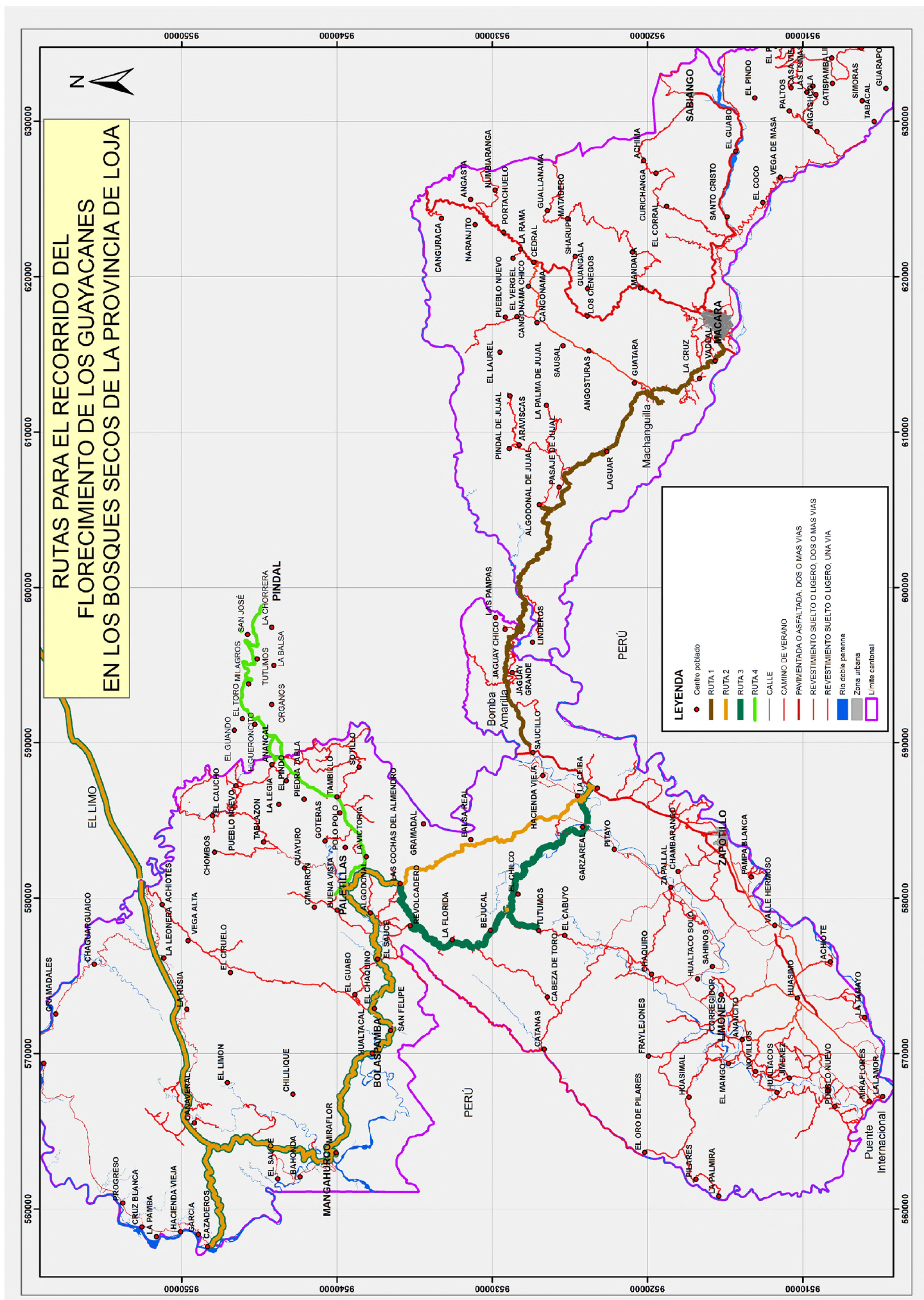


Fig. 3. Mapa de rutas alternativas para visitar el florecicmiento de los guayacanes

Arnaldoa 22 (1): 105 - 118, 2015 ISSN: 1815-8242

Cuantificación de glicoalcaloides esteroidales totales de las hojas de *Solanum habrochaites* S. Knapp & D. M. Spooner (Solanaceae) y su actividad antimicrobiana

Quantification of total steroidal glycoalkaloids of the leaves of *Solanum habrochaites* S. Knapp & D.M. Spooner (Solanaceae) and its antimicrobial activity



Marilú Roxana Soto Vásquez
Laboratorio de Farmacognosia. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n. Trujillo-Perú msoto@unitru.edu.pe

Karina Soto Vásquez
Área de Microbiología. Hospital Belén de Trujillo. Jr. Bolívar Nº 350. Trujillo. Perú. karinasotovasquez@gmail.com

Resumen

El presente trabajo de investigación estuvo orientado a determinar la concentración de glicoalcaloides esteroidales totales de las hojas de *Solanum habrochaites* S. Knapp & D. M. Spooner (Solanaceaea) y evaluar su actividad antimicrobiana. La especie en estudio fue recolectada del Cerro Campana, distrito de Huanchaco, región La Libertad-Perú. Se realizó la cuantificación espectrofotométrica de glicoalcaloides esteroidales totales expresados como solanina mediante el método descrito por Peña. La identificación cualitativa de los glicoalcaloides esteroidales totales se llevó a cabo mediante reactivos de coloración. Para realizar el ensayo antimicrobiano se empleó el método de difusión en discos según Kirby-Bauer y se determinó la concentración mínima inhibitoria mediante método de macro dilución en agar. La concentración de glicoalcaloides esteroidales totales expresados como solanina fue de 1,1212 ±0,0046 g por 100 g de hojas secas. Asimismo, estos compuestos mostraron actividad antimicrobiana frente *Escherichia coli, Staphylococcus aureus* y *Candida albicans* a todas las concentraciones ensayadas (1; 2,5 y 5 mg/mL.), siendo más efectivos contra *Candida albicans* cuyas medidas de halos de inhibición superaron al fluconazol 25 µg. Las concentraciones mínimas inhibitorias (CMI) fueron de 50, 25 y 10 µg/mL para *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* y *Candida albicans* respectivamente.

Palabras clave: Glicoalcaloides esteroidales, *Solanum habrochaites,* antimicrobiano

Abstract

This research was aimed to determine the total concentration of steroidal glycoalkaloids of the leaves of *Solanum habrochaites* S. Knapp & D.M. Spooner (Solanaceaea) and evaluate their antimicrobial activity. The specie studied was collected from the Cerro Campana, district Huanchaco, La Libertad, Peru. Spectrophotometric quantification of total steroidal glycoalkaloids expressed as solanine was performed by the method described by Peña. Qualitative identification of total steroidal glycoalkaloids was performed by staining reagents. For the antimicrobial assay the disc diffusion method according to Kirby-Bauer was used and the minimum inhibitory concentration was determined by the method of agar macrodilution. The concentration of total steroidal glycoalkaloids expressed as solanine was 1.1212 ± 0.0046 g per 100 g of dry leaves. These compounds showed antimicrobial activity against *Escherichia coli, Staphylococcus aureus* and *Candida albicans* at all concentrations tested (1, 2.5 and 5 mg mL), being most effective against *Candida albicans* which measures of inhibition halos that exceeded fluconazole 25 µg. The MICs were 50, 25 and 10 ug/mL for *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* y *Candida albicans* respectively.

Keywords: Steroidal glycoalkaloids, *Solanum habrochaites*, antimicrobial

Introducción

Los alcaloides constituyen una de las clases más extensas de productos naturales, sintetizados de casi todos los phylum de organismos terrestres y marinos, y en especial de las plantas (Fattorusso & Taglialatela-Scafati, 2008). De entre sus tipos se encuentra los denominados glicoalcaloides esteroidales, que son alquilaminas esteroidales con el esqueleto C_{27} del colestano que se encuentran en la planta en forma de glicósidos (Ejm. α-solanina y α-chaconina) (Olortegui & Brañez, 2009).

Estos, según Friedman (2006) son ésteres que resultan de la unión entre el aglicón (porción no carbohidratada, que es un alcaloide esteroidal) y una parte carbohidratada, mediante un enlace éster, y se pueden distinguir dos tipos de estructuras: espirosolanas (como la tomatidina) y solanidinas (como la de los glicoalcaloides).

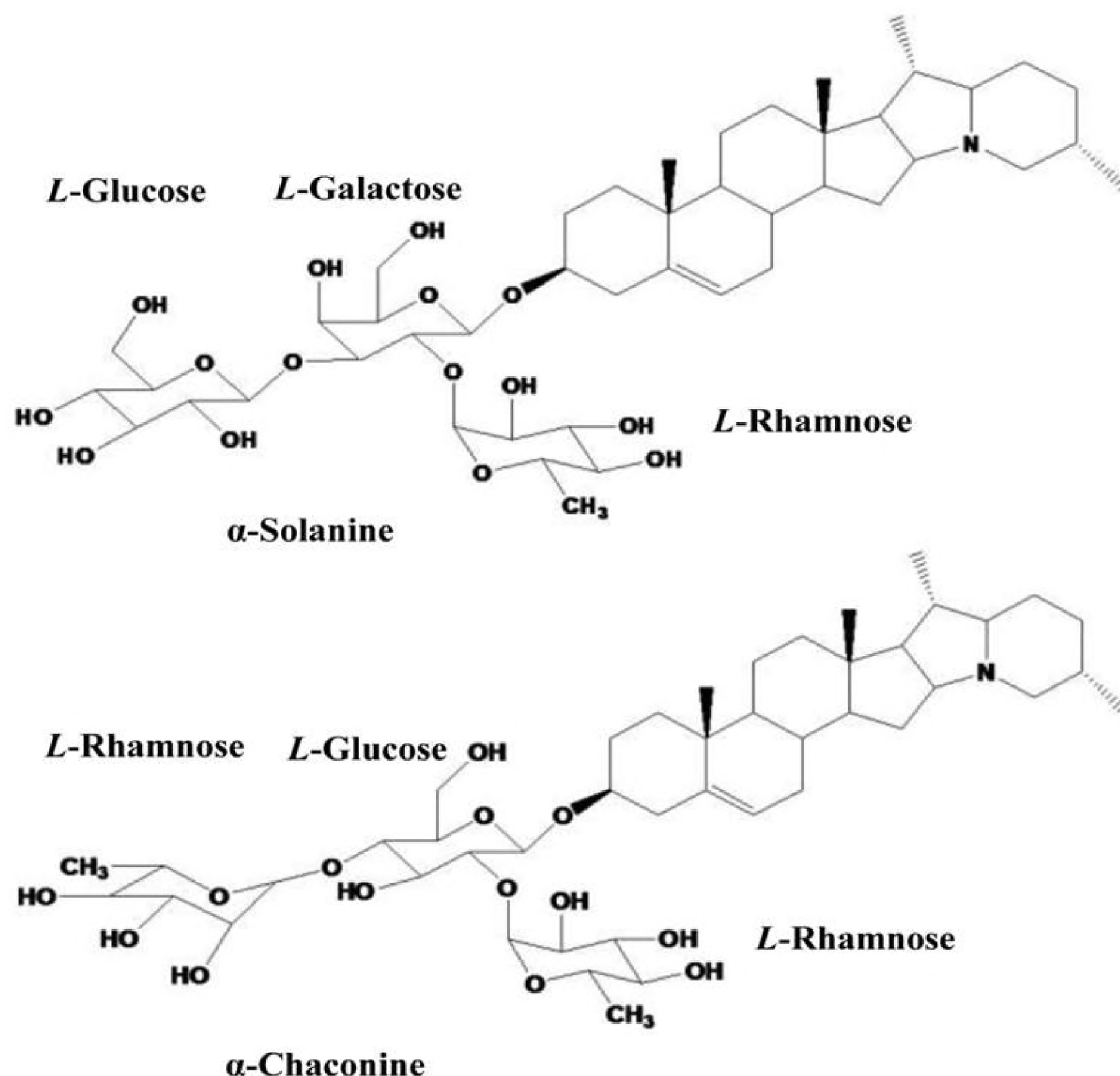


Fig. 1. Estructura química de los glicoalcaloides esteroidales α-solanina y α-chaconina. Fuente: Wang *et al*. (2013)

Según Tingey (1984), estos compuestos sirven como mecanismo de defensa de la planta contra el ataque de insectos y hasta de microorganismos. Estos metabolitos poseen una diversa gama de actividades biológicas, entre las que destacan actividad antiparasitaria contra *Tripanosoma cruzi* (Hall *et al*., 2006), efectos inhibitorio en el desarrollo de células cancerígenas de la piel humana (Cham & Maeres, 1987), hígado (Kuo *et al.,* 2000), próstata y colon (Yang *et al*., 2006); además, de propiedades hipoglucemiantes, antivirales en especial contra el Herpes virus y el VIH (Korpan *et al*., 2004), propiedades anticonvulsivantes, analgésicas (Pandurangan *et al*., 2010; Soto, 2014) , antipiréticas (Mwonjoria *et al.,* 2011) y también sirven de base para la síntesis de hormonas esteroidales (Vronen, 2003).

Los glicoalcaloides esteroidales son producidos por las plantas de la familia Solanaceae, una de las más importantes en el reino vegetal, la cual comprende cerca de 2000 especies, distribuidas en 95 géneros, de los cuales *Solanum* es el taxón más representativo con aproximadamente 1500 especies (Weese & Bohs 2007), que se encuentran en los trópicos, subtrópicos y en las regiones templadas de ambos hemisferios, hallándose la más alta concentración de especies en los Andes y en el sureste de Brasil (Knapp, 2002).

De estas especies, *S. habrocahites* S. Knapp & D. M. Spooner es un arbusto decumbente o enredadera perenne de hasta 6 m de longitud. Presentan simpodios de tres hojas imparipinadas, de 7 a 30 cm de longitud con 3 a 5 pares de foliolos y varios foliolillos con márgenes aserrados. Presenta inflorescencias de 10 a 30 cm de longitud con 20 a 30 flores hermafroditas, actinomorfas, pentámeras, muy vistosas y de color amarillo intenso. Los frutos, de 1 a 1,5 cm de diámetro, son globosos,

biloculares y de color verde pálido a intenso ya sean densa o escasamente pubescentes (Hermida & Sifres, 2011).

Esta especie que se distribuye desde el sur del Ecuador hasta el centro sur del Perú, ha sido empleada en la mejora genética del "tomate", debido a que presenta resistencia a gran cantidad plagas (Leite *et al.*, 2001), enfermedades causadas por hongos (Foolad *et al.*, 2008); así como, tolerancia al frío y a las heladas (Paterson *et al.*, 1987). Tradicionalmente es usada en el tratamiento de enfermedades de la piel, el mal de altura, y los problemas gastrointestinales (Grandillo *et al.*, 2011).

En este sentido, la búsqueda de nuevos compuestos bioactivos con diversas propiedades terapéuticas demanda la investigación de nuevas fuentes naturales para la obtención de nuevos fármacos. Es así, que se decidió realizar la presente investigación, teniendo como objetivos determinar la concentración de glicoalcaloides esteroidales totales de las hojas de *S. habrochaites* S. Knapp & D. M. Spooner y evaluar la actividad antimicrobiana

Material y métodos

Material vegetal

Las hojas de la especie *S. habrochaites* S. Knapp & D. M. Spooner fueron recolectadas de las lomas costeras del Cerro Campana en el área comprendida entre las coordenadas geográficas de 7°59´06.41´´ latitud sur y 79°0.6´15.99´´ longitud oeste a una altitud de 700 m.s.n.m., del distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo, región La Libertad-Perú. La especie vegetal fue identificada por el biólogo botánico Eric Frank Rodríguez Rodríguez, a quien le expresamos nuestro agradecimiento, y un ejemplar de la planta fue depositado en el Herbarium Truxillense (HUT), de la Universidad Nacional de Trujillo con número de depósito 50982.

Extracción y cuantificación de glicoalcaloides esteroidales

Para la extracción y cuantificación de glicoalcaloides esteroidales totales se utilizó la metodología descrita por Peña (2011), con algunas modificaciones.

Extracción:

Se pesaron 5 g de muestra seca y tamizada, la cual se hidrató con 20 mL de agua destilada durante una hora. Luego se preparó 210 mL de la mezcla extractora Etanol:Cloroformo (2:1 v/v), y se adicionó 100 mL de esta a la muestra hidratada, agitándose durante 30 minutos a baja velocidad. Posteriormente, se filtró la mezcla en un embudo de Buchner al vacío utilizando papel de filtro Whatman N°40, extrayéndose nuevamente el residuo con 210 mL de mezcla extractora por tres veces. En cada filtrada se lavó el agitador y los filtros con la mezcla Etanol/Cloroformo restante. La solución filtrada se llevó a un rotavapor marca Laborota 4003 a 60°C y 500 mm Hg de presión concentrándose hasta alcanzar un volumen de aproximadamente 20 mL. Paso seguido, la solución acuosa se transfirió a una pera de decantación donde se agregó 20 mL de solución de ácido acético (agua: ac. acético glacial, 98:2, v/v) y 15 mL de éter de petróleo, fracción 40-60, se agitó vigorosamente y se lavó varias veces con éter de petróleo hasta que no evidenciar la coloración verde característica de la clorofila. A continuación, se separó y se filtró la fase acuosa con papel de filtro Whatman N° 40, la cual se transfirió a una fiola de 50 mL y se enrazó con la mezcla de agua - ácido acético (98:2 v/v). Esta solución se colocó en frasco de vidrio de color ámbar y se

almacenó en refrigeración (soporta hasta 15 días sin variación). Del extracto se tomó una alícuota de 5 mL y se colocó en un erlemeyer de 50 mL donde se le adicionó gota a gota hidróxido de amonio concentrado hasta un pH de 9, colocándose luego el erlenmeyer en baño María marca Memmert a 85°C por 10 minutos y se enfrió a 5°C por 30 minutos, donde los glicoalcaloides son floculados. Finalmente, se centrifugó el contenido del erlenmeyer a 15000 rpm por 40 minutos, y luego se descartó el sobrenadante, se secó el precipitado y se guardó en un frasco de color ámbar bajo refrigeración.

Identificación

Se realizó la identificación cualitativa de los glicoalcaloides esteroidales totales haciendo uso de los reactivos de Dragendorff, Wagner, Mayer y Lieberman Burchard (Olórtegui & Brañez, 2009).

Cuantificación espectrofotométrica de glicoalcaloides esteroidales totales (GAET), expresados como solanina.

Preparación de la curva estándar

Se disolvió 2 mg de solanina pura en 2 ml de ácido ortofosfórico (puro). A partir de esta solución stock se preparó las siguientes concentraciones: 20, 40, 60, 80 y 100 ppm con el mismo ácido ortofosfórico.

Posteriormente, se realizó la lectura de las absorbancias a 408 nm en el Espectrofotómetro UV-visible Hewlett Packard 8452 A. (Peña, 2011).

Preparación de la muestra

El precipitado obtenido de los glicoalcaloides esteroidales totales fue disuelto con 5 mL de ácido ortofosfórico, se agitó fuertemente y se llevó a leer en el espectrofotómetro UV-visible Hewlett Packard 8452 A. a una longitud de onda de 408 nm.

Preparación del blanco

Se utilizó como blanco, el ácido ortofosfórico, que sirvió para calibrar el equipo del espectrofotómetro UV-visible Hewlett Packard 8452 A.

Ensayo antimicrobiano *in vitro*

Se realizó empleando el método de difusión en discos según Kirby-Bauer (Sacsaquispe & Velásquez, 2002).

Microorganismos

Se trabajaron con tres cepas microbianas tipificadas, bacteria Gram negativa *E. coli* ATCC 25922, bacteria Gram positiva *S. aureus* ATCC 25923 y levadura *C. albicans* ATCC 10231 marca DIBICO, las cuales fueron proporcionados por el Laboratorio de Microbiología del Hospital de Belén.

Preparación de la muestra

Se prepararon tres concentraciones de glicoalcaloides esteroidales totales de 1 mg/mL; 2,5 mg/mL y 5 mg/mL disueltos en dimetil sulfóxido (DMSO)

Reactivación de las cepas

Los microorganismos fueron reactivados en caldo Müller-Hinton (CMH) para bacterias y Caldo Sabouraud Glucosado (CSG) para levaduras y se incubaron durante 18 horas a 37 °C.

Luego se tomó una asada de cada microorganismo y se ajustó con solución salina fisiológica al patrón de turbidez de Mac Farland N° 0,5 (10^8 UFC/mL)

Sembrado

Se colocó en placas Petri 20 mL de Agar Müeller-Hinton para bacterias y, 20 mL de Agar Sabouraud Dextrosa para levadura. Solidificado cada agar, se sembraron los microorganismos en la superficie de este, y se hisopó uniformemente,

girando cada placa 30 grados por 10 veces aproximadamente. Las placas recién sembradas fueron colocadas en una estufa a 37 °C de temperatura durante 10 minutos.

Aplicación de los discos

Sobre las placas sembradas, se colocaron en la superficie del agar inoculado los discos de papel de filtro (6 mm de diámetro) previamente impregnados con 0,1 mL de las concentraciones de glicoalcaloides esteroidales totales (1 mg/mL, 2,5 mg/mL y 5 mg/mL) y del control negativo dimetilsulfóxido (DMSO). También se colocaron los discos estándares de antibiótico de referencia para cada microorganismo en particular como controles positivos (Tabla I).

Tabla I. Controles positivos de susceptibilidad antimicrobiana de los microorganismos

Microorganismo	Antimicrobianos (controles positivos)
Staphylococcus aureus ATCC 25923	Ciprofloxacino 5 mg
Escherichia coli ATCC 25922	Ciprofloxacino 5 mg
Candida albicans ATCC 10231	Fluconazol 25 µg

Posteriormente, los medios de cultivos inoculados se incubaron a 37 °C durante 24 horas, realizándose las lecturas de los halos de inhibición a las 24 horas para bacterias y 48 horas para hongos. Todos los ensayos se realizaron por ocho veces. El diámetro de la zona de inhibición producto de la acción antimicrobiana de los glicoalcaloides esteroidales totales fueron expresados en milímetros (mm). La prueba se consideró negativa cuando presentó crecimiento microbiano alrededor del disco al igual que los controles negativos.

Determinación de la concentración mínima inhibitoria: método de macro dilución en agar (Olórtegui, 2009).

Preparación de la muestra

Se preparó una solución inicial de 50 mg % de glicoalcaloides esteroidales totales de *S. habrochaites* disueltas en solución fisiológica (cloruro de sodio 0,9%) estéril con 1 mL de ácido acético 0,1N para ayudar a la solubilidad; a partir de esta solución se preparó por triplicado una batería de tubos de ensayo con soluciones al 10µg/mL; 25 µg/mL; 50 µg/mL; 75 µg/mL; 100 µg/mL y 250 µg/mL, completando a 10 mL con solución fisiológica estéril como solvente. Se homogenizó las diluciones con la ayuda de un vortex.

Preparación de la suspensión del inóculo

Los microorganismos fueron reactivados en caldo Müeller-Hinton para bacterias y Caldo Sabouraud Glucosado para levadura y se incubaron durante 18 horas a 37 °C.

Luego se tomó una asada de cada microorganismo y se ajustó con solución salina fisiológica al patrón de Turbidez de Mac Farland N° 0,5 (10^8 UFC/mL).

Enfrentamiento con los microorganismos

Las diferentes concentraciones de los glicoalcaloides esteroidales totales preparados anteriormente fueron enfrentadas por 24 horas con 1 mL de la suspensión del inóculo de cada microorganismo ajustado a la escala de Mac Farland N° 0,5 ($1x10^8$ UFC/mL).

Transcurrido el tiempo se colocó 1 mL

de la suspensión enfrentada sobre una placa Petri y se agregó el agar Müeller-Hinton para bacterias y agar Sabouraud Glucosado para levadura.

Las placas Petri que contenían agar Müeller-Hinton para bacterias se incubaron de manera invertida a 37 °C por 24 horas.

Las placas Petri que contenían agar Sabouraud Glucosado para levadura se incubaron de manera invertida a 22,5 °C +/- 0,5 °C por 48 horas.

Para descartar la interacción del solvente, se trabajó un control con ácido acético con las condiciones anteriormente descritas.

Control negativo: 1 mL de la suspensión del inóculo de cada microorganismo ajustado a la escala de Mac Farland N° 0,5 ($1x10^8$ UFC/mL) se agregó al agar Müeller-Hinton para bacterias y agar Sabouraud Glucosado para levadura se incubaron de manera invertida a 37 °C por 24 horas para bacterias y 48 horas a 22,5°C +/- 0,5°C para levadura.

Se procedió a realizar las lecturas de las placas trascurrida las 24 horas de incubación para las bacterias y las 48 horas de incubación para la levadura. Todos los ensayos se realizaron por ocho veces.

Análisis estadístico

Para la cuantificación de glicoalcaloides esteroidales totales, se utilizó la media aritmética, desviación estándar y coeficiente de variación.

Los resultados de los ensayos antimicrobianos *in vitro* fueron procesados y analizados mediante el programa SPSS versión 20, aplicando análisis ANOVA.

Resultados y discusión

Para la extracción de los glicoalcaloides esteroidales totales (GAET) se realizó una extracción sólido-líquido con una mezcla extractora de etanol y cloroformo (2:1), seguido de la adición de ácido acético al 2%. Los GAET son solubles en soluciones acuosas ácidas y disolventes orgánicos polares, incluyendo acetonitrilo, metanol, etanol, y propanol (Wang & Beford, 1972). En la mayoría de los casos, la extracción de glicoalcaloides estroidales (GAE) de materiales vegetales se lleva a cabo con ácido acético diluido (1-5%), que no es tóxico y barato. Las combinaciones de disolventes diferentes han sido preparadas para lograr la extracción efectiva del anfifílico glicoalcaloide. Después de la extracción con ácido acético al 2%, los GAE se encuentran en forma libre como sal juntos con otras impurezas más (pigmentos, lípidos entre otros). Para desengrasar y despigmentar el extracto acuoso ácido se añade éter de petróleo. Este desengrase tiene como fin eliminar algunos lípidos y pigmentos propios de las plantas, los que pueden interferir en la etapa de purificación del proceso. Siendo los GAE insolubles en éter de petróleo. Posteriormente se adiciona hidróxido de amonio a la fase acuosa ácida hasta pH 9, donde los alcaloides son floculados, debido a que estos son insolubles en agua, obteniéndose de esta manera los GAET. Luego se realizó una identificación cualitativa con los reactivos de Dragendorff, Wagner, Hager y Mayer para determinar la porción alcaloidea, seguida de la reacción de Liebermann-Burchard para determinar el anillo esteroidal (Martín, 2009; Distl *et al.*, 2009; Martínez, 2009).

En la tabla N° 1, se observa el porcentaje de GAET expresados como solanina de las hojas de *S. habrochaites*, calculado a partir de la curva de calibración de la solanina, donde el promedio de las 6 muestras analizadas es igual a 1,1212%, con una desviación estándar de ±0,0046 y un coeficiente de

Tabla 1. Concentración de glicoalcaloides esteroidales totales de las hojas de ***Solanum habrochaites*** S. Knapp & D.M. Spooner. expresados como solanina.

Nº de repeticiones	glicoalcaloides esteroidales totales expresados como solanina (g/100g de hoja seca)
1	1,1224
2	1,1223
3	1,1236
4	1,1112
5	1,1224
6	1,1255
Promedio	1,1212
D.S.	0,0046
C.V. (%)	0,4103
Límites de confianza	1,1212±0,004

Donde:

D. S.: Desviación estándar.

C.V. (%): Coeficiente de variación.

*Criterio de aceptación del C.V. < 1

variación de 0,4103%, teniendo estos valores una dispersión mínima entre sí, lo cual evidencia la precisión de estos valores. En otras investigaciones, realizadas a plantas del mismo género *Solanum*, se encontró que, las concentraciones de GAET oscilan entre 0,1 y 4,4 % (Barbosa-Filho, *et al.*, 1991; Weiler, 1981; Mann, 1978; Bradley, 1978; Schreiber, 1973) hallazgos que coinciden con los del presente trabajo.

Asimismo, Martín. (2011), manifiesta que estas variaciones, se pueden dar de acuerdo a la procedencia de estas especies, estado vegetativo, mes de colecta, así como también, si estas son cultivadas o silvestres, teniendo estas últimas la mayor concentración de estos compuestos alcaloideos. Esto se debe a que las plantas silvestres se encuentran expuestas a ambientes, muchas veces extremos, con altas o bajas temperaturas, además de estar expuestas a más agentes patógenos; lo que origina que estas especies desarrollen más cantidad de estos metabolitos secundarios como mecanismo de defensa frente a diversos estresores del ambiente donde se desarrollan. Cabe también recalcar, que como mecanismo adaptativo estas especies silvestres generan mayor concentración de glicoalcaloides esteroidales, debido a factores genéticos (Hellenäs, 1995). Asimismo, Martínez (2009) menciona que los GAET se encuentran mayoritariamente en hojas y tallos, y en menor cantidad en los tubérculos.

Para determinar el efecto antimicrobiano *in vitro* de la especie en estudio, se empleó el método de difusión en agar con discos impregnados, basado en el trabajo de Kirby-Bauer (Kumar *et al.*, 2009; Chakraborty *et al.*, 1999) el cual es uno de los métodos que el Comité Nacional de Estándares para

Tabla 2. Actividad antimicrobiana de los glicoalcaloides esteroidales totales de las hojas de *Solanum habrochaites* sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922 y *Candida albicans* ATCC 10231.

Microorganismo	Halo de inhibición (mm) discos de 6 mm de diámetro *						CMI (µg/mL)
	Concentración de glicoalcaloides esteroidales totales (mg/mL)			Compuesto de referencia		Blanco DMSO	
	1	2,5	5	Ciprofloxacino 5µg	Fluconazol 25 µg		
Staphylococcus aureus ATCC 25923	21,12±0,78	25,38±0,69	29,12±0,64	28,75±0,46		0	50
Escherichia coli ATCC 25922	19,38±0,69	21,12±0,78	26,25±0,43	31±0,53		0	25
Candida albicans ATCC 10231	26,5±0,69	29±0,5	31,25±0,66		25±0,92	0	10

* Promedio y desviación estándar de los halos de inhibición de 8 repeticiones

$p < 0,05$ comparado con el grupo control positivo (test de ANOVA)

Laboratorios Clínicos de los Estados unidos de Norteamérica (NCCLS) recomienda para determinar la sensibilidad antimicrobiana. El método se basa en la relación entre la concentración de la sustancia necesaria para inhibir una cepa bacteriana y el halo de inhibición de crecimiento en la superficie de una placa de agar con un medio de cultivo adecuado y sembrado homogéneamente con la bacteria a ensayar y sobre la cual se ha depositado un disco de papel filtro de seis mm de diámetro impregnado con una cantidad conocida de la sustancia.

En la tabla 2, se observan también los valores de los halos de inhibición de los glicoalcaloides esteroidales totales de las hojas de *S. habrochaites* frente a los microorganismos ensayados, siendo estos directamente proporcionales a las concentraciones, con diferencias estadísticamente significativas $p<0,05$. En el mismo sentido, los compuestos de referencia (Ciprofloxacino 5 µg y fluconazol 25 µg) presentan halos de inhibición que, según el Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio de los Estados Unidos de Norteamérica (CLSI, 2009), son catalogados como sensibles para estos compuestos frente a estos microorganismos; mientras que, el blanco (DMSO) no presenta halos de inhibición, lo que indica la inocuidad del solvente frente a las cepas ensayadas. Cabe recalcar, que a la concentración de 5 mg/mL, los compuestos ensayados denotan mayor tamaño promedio de halo de inhibición (29,12±0,64 mm) frente a *S. aureus*, en contraposición del ciprofloxacino 5 µg que presentó un halo de inhibición de 28,75±0,46 mm. Asimismo, los halos de inhibición de todas las concentraciones ensayadas frente a *C. albicans* (26,5±0,69, 28,5±0,5 y 31,25±0,66 mm) son mayores a los de fluconazol 25 µg (25±0,92 mm). No obstante, los guarismos pertenecientes a los halos de inhibición de todas las concentraciones ensayadas frente a *E. coli* (19,38±0,69; 21,12±0,78 y 26,25±0,43 mm) fueron menores a ciprofloxacino 5 µg. Asimismo, las concentraciones mínimas inhibitorias (CMI) de los GAET fueron de 25 µg/mL para *S. aureus,* 50 µg/mL para *E. coli* y 10 µg/mL para *C. albicans.* En este sentido, Mitchel *et al.* (2011) encontraron que la tomatidina, un glicoalcaloide esteroidal es un potente inhibidor de *S. aureus*. Del mismo modo,

la solanina, solasodina, y β-solamarina inhiben el crecimiento de *E. coli,* y *S. aureus* (Parma *et al.,* 2009). Otros glicoalcaloides como, la solamargina, solasonina inhiben el crecimiento de *C. albicans, C. parapsilosis, T. rubrum, T. mentagrophytes, M. canis, M. gypseum.* En este mismo contexto, Das Chagas *et al.* (2011) encontraron CMI de los alcaloides solamargina y solasonina de 125 µg/mL y 62,5 µg/mL respectivamente contra *C. albicans*. Así también, Kusano *et al.* (1987), hallaron que la solacongestidina presentaba la mayor actividad contra hongos como *C. albicans* con CMI de 0,8 µg/mL.

De acuerdo con lo descrito por Avellaneda *et al.* (2005), una cepa bacteriana es muy sensible cuando la sustancia evaluada presenta una CMI inferior a 12,5 mg/mL, de mediana sensibilidad entre 1; 2,5 y 50 mg/mL y de baja sensibilidad cuando la CMI está entre 50 a 100 mg/mL. En el presente trabajo, las CMI se encuentran por debajo del valor de 12,5 mg/mL; lo que indica, que la cepas estudiadas son sensibles a los GAET extraídos de las hojas de *S. habrochaites.* Los posibles mecanismos que mencionan muchos autores (Chakraborty & Branert, 1999; Chataing, 2004; Keuken *et al.*, 1995) se debe a que estos glicoalcaloides esteroidales poseen actividades anticolinesterásicas y citotóxicas, que provocan la lisis de la membrana celular de los microorganismos. Asimismo, estos GAET representan una opción atractiva para el desarrollo de nuevos agentes antimicrobianos que contrapesen los efectos de las resistencias antimicrobianas.

Conclusión

Las hojas de la especie de *Solanum habrochaites* S. Knapp & D. M. Spooner presentan glicoalcaloides esteroidales totales expresados como solanina en una concentración de 1,1212 ±0,0046 g/100 g de hojas secas. Asimismo, estos compuestos tienen actividad antimicrobiana frente *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Candida albicans* a todas las concentraciones ensayadas (1; 2,5 y 5 mg/mL), siendo más efectivos contra *C. albicans* cuyas medidas de halos de inhibición superaron al fluconazol 25 µg, con concetraciones mínimas inhibitorias de 50, 25 y 10 µg/mL para *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* y *Candida albicans* respectivamente.

Literatura citada

Avellaneda, S.; N. Rojas; A. Cuéllar; R. Fonseca. 2005. Actividad antibacteriana de *Diphysa minutifolia* Rose. Rev Cubana de Plant Med. 10(2): 42-47.

Barbosa-Filho, J. M.; M. F. Agra; R. Oliveira; M. Paulo; G. Trolin; E. Cunha; J. Ataide & J. Bhattacharyya.1991. Chemical and Pharmacological Investigation of *Solanum* species of Brazil- a search for solasodine and other potencially useful therapeutics agents. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 86(2): 189-191.

Bradley, V.; D. J. Collins; P. G. Crabbe; F. W. Eastwood; M. C. Irvine; J. M. Swan & D. E. Symon. 1978. A survey of Australian *Solanum* plants for potentially useful sources of solasodine. Australian Journal of Botany 26: 723-754.

Chakraborty, A. & H. Branert. 1999. Antibacterial steroid alkaloids from stem bark of *Hallarrhena pubescens.* Journal of Ethn –Pharmacology. 68: 339-344.

Cham, B. & H. Maeres. 1987. Glycoalkaloids from *Solanum sodomaceum* are effective in treatem of skin cancers in man. Cancer Letters. 36 (2): 111-118.

Chataing, N. 2004. Compuestos naturales purificados de plantas venezolanas. Tesis Doctoral. Facultad de Postgrado en Ciencias Aplicadas Merida- Venezuela. p.: 69-72

CLSI. 2009. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; nineteenth informational supplement, CLSI document M100-S19. Wayne, PA: Clinical Laboratory Standards Institute. p.: 1-158.

Das Chagas, F.; D. Esdras; E. Silveira; O. Pessoa; R. Braz-Filho; F. Silva; P. Theodoro & L. Espindola. 2011. Glicoalcaloides antifúngicos, flavonoides e

outros constituintes químicos de *Solanum asperum*. Quím. Nova. 34 (2):284-288

Distl, M.; M. Sibum & M. Wink. 2009. Combination of On-Line Solid-Phase Extraction with LCMS for the determination of potentially hazardous glycoalkaloids in potato products. Potato Research. 52 (1): 39-56

Fattorusso, E. & O. Taglialatela-Scafati. 2007. Modern Alkaloids: Structure, Isolation, Synthesis and Biology. Wyley-VCH Verlag GmbH & KGaA, Weinheim. Germany.

Foolad, MR.; HL. Merk & H. Ashrafi. 2008. Genetics, genomics and breeding of late blight and early blight resistance in tomato. Critical Review of Plant Science 27: 75- 107.

Friedman, M. 2006. Potato Glycoalkaloids and Metabolites: Roles in the Plant and in the Diet. J. Agric. Food Chem. 54 (23): 8655–8681.

Grandillo, S; R. Chetelat; S. Knapp; D. Spooner; I. Peralta; M. Cammareri; O. Pérez; P. Termolino; P. Tripodi; M. L. Chiusano; M. R. Ercolano; L. Frusciante; L. Monti & D. Pignone. 2011. *Solanum* sect. *Lycopersicon* Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources. Edited by Kole C. Berlin Heidelberg: Springer. 129-215

Hall, C.; T. Hobby & M. Cipollini. 2006. Efficacy and Mechanisms of α-Solasonine-and α-Solamargine-Induced Cytolysis on Two Strains of *Trypanosoma cruzi*. Journal of Chemical Ecology 32 (11): 2405-2416.

Hellenäs, K.; H. Branzell; H. Johnsson & P. Slanina.1995. High levels of glycoalkaloids in the established Swedish potato variety Magnum Bonum. Journal of the Science of Food Agriculture. 68(2): 249-255.

Hermida, C. & A. Sifres. 2011. Análisis de la variabilidad genética de *Solanum habrochaites* en su lugar de origen, un recurso infrautilizado para la mejora del tomate. Tesis. Universidad Politécnica de Valencia. España.

Keuken, E. A.; T. De Vrije; C. Van Den Boom; P. De Waard; H. H. Plasman; F. Thiel; V. Chupin; W. M. Jongen & B. Krjiff. 1995. Molecular bases of glycoalkaloids induced membrane disruption. Biochim Biophys Acta. 1240: 216–228.

Knapp, S. 2002. *Solanum* section Geminata. Flora Neotropica 84: 1-404. 12 (4): 179-282

Korpan, Y. I; E. A. Nazarenko; I. V. Skryshevskava; C. Martelet; N. Jaffrezic-Renault & A. V. El'skava. 2004. Potato glycoalkaloids: true safety or false sense of security? Trends Biotechnol 22:147–151

Kumar, P.; B. Sharma & N, Bakshi. 2009. Biological activity of alkaloids from *Solanum dulcamara* L. Natural Product Research. 23(8);719-723.

Kuo, K. W.; S. H. Hsu; Y. P. Li; W. L. Lin; L. F. Liu; L. C. Chang; C. C. Lin; Cn. Lin & H. M. Sheu. 2000. Anticancer activity evaluation of the *Solanum* glycoalkaloid solamargine. Triggering apoptosis in human hepatoma cells. Biochem Pharmacol. 60 (12):1865–1873.

Kusano, G.; A. Takahashi; S. Nozoe; Y. Sonosa & Y. Sato.1987. *Solanum* alkaloids as inhibitors of enzymatic ceonversion of dihydrolanosterol into colesterol. Chem. Pharm. Bull. 35(10). 4321-4323.

Leite, G.; M. Picanco; R. Guedes & J. Zanuncio. 2001. Role of plant age in the resistance of *Lycopersicon hirsutum F. glabratum* to the tomato leafminer Tuta absoluta (Lepidoptera:Gelechiidae). Scientia horticulturae 89: 103-113.

Mann, J. D. 1978. Production of solasodine for the pharmaceutical industry. Advances in Agronomy 30: 207-245.

Martín, M. 2009. Determinación de glicoalcaloides: α-solanina y α-chaconina en patata mediante cromatografía de líquidos de ultra presión acoplada a espectrometría de masas de triple cuadrupolo.

Martínez, A. 2009. Alcaloides esteroidales de las Solanaceas. [acceso 24 de mayo de 2014]. Disponible en: http://farmacia.udea.edu.co/~ff/alcaloides%20esteroidales.pdf

Mitchell, G.; M, Gatusso; G, Grondin; E, Marsault; K, Bouarab & F, Malouin. 2011. Tomatidine Inhibits Replication of *Staphylococcus aureus* Small-Colony Variants in Cystic Fibrosis Airway Epithelial Cells. Antimicrob Agents Chemother. 55(5); 1937–1945.

Mwonjoria, J.; H. Kariuki & F. Waweru. 2011. The antinociceptive antipyretic effects of *Solanum incanum* (Linneaus) in animal models. International Journal of Phytopharmacology. 2(1): 22-26.

Olórtegui, J. S. & M. C. Brañez. 2009. Evaluación de la actividad citotóxica y antimicrobiana de glicoalcaloides esteroidales de las hojas de *Solanum albinum* Dunal y *Solanum oblongifolium* Dunal. Tesis. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.

Pandurangan, A.; R. Khosa & S. Hemalatha. 2010. Antinociceptive activity of steroid alkaloids isolated from *Solanum trilobatum* Linn. J Asian Nat Prod

Res. 12(8):691-695

Parma, K.; S. Bindu & B. Nidhi. 2009. Biological activity of alkaloids from *Solanum dulcamara* L. Nat. Prod. Research. 23 (8): 719-723

Paterson, BD; L. Mutton; RE. Paull & VQ. Nguyen. 1987. Tomato pollen development: stages sensitive to chilling and a natural environment for the selection of resistant genotypes. Plant Cell and Environment 10: (5) 363-368

Peña, W. 2010. Evaluación del contenido de glicoalcaloides en el pelado, cocción y fritura de variedades de papa nativa. Tesis. Escuela Politécnica Nacional del Ecuador. Ecuador.

Pinto, F.; E. Uchoa; E. Silveira; O. Pessoa; R. Braz-Filho; F. Silva; P. Theodoro & L. Espíndola. 2011. Glicoalcaloides antifúngicos, flavonoides e outros constituintes químicos de *Solanum asperum.* Quím. Nova. 34(2).

Sacsaquispe, R. E. & J. Velásquez. 2002. Manual de Procedimientos para la Prueba de Sensibilidad Antimicrobiana por Método de Disco Difusión. Instituto Nacional de Salud. Ministerio de Salud. Lima.

Schreiber, K. 1973. Synthesis and biogenesis of steroidal *Solanum* alkaloids. Biochemical Society Transactions 2: 1-25.

Soto, M. R. 2014. Actividad antinociceptiva y antibacteriana de los alcaloides totales de dos especies de la familia solanaceae. Rev Cubana Plant Med. Vol. 19(4).

Tingey, W. 1984. Glycoalkaloids as pest resistance factors. Am. Potato J. 61(3): 157-167.

Vronen, P. 2003. Potato glycoalkaloids as starting material for the synthesis of steroid hormones. [En Internet] 2003 [acceso 24 de mayo de 2012]. Disponible en: http://edepot.wur.nl/121415

Wang, H.; L. Mingyue; H. Xinxi; L. Mei & X. Xingyao. 2013. Electrochemical Determination of Glycoalkaloids Using a Carbon Nanotubes-Phenylboronic Acid Modified Glassy Carbon Electrode. Sensors. 13(12):16234-16244.

Wang, S. 2007. Beford C and Thompson N. Determination of glycoalkaloids in potatoes (*S. tuberosum*) with a bisolvent extraction method. Am Potato J. 1972: (49): 302-308.

Weiler, E. W.; H. kruger & M. Zenk. 1980. Radioimmunoassay for the determination of the steroidal alkaloid solasodine and related compounds in living plants and herbarium specimens. Planta Medica 39: 112-124.

Weese, T. L. & L. Bohs. 2007. A three-gene phylogeny of the genus *Solanum* (Solanaceae). Systematic Botany. 32(2):445–463.

Yang, S. A.; S. H. Paek; N. Kozuhue; K. R. Lee & J. A. Kim. 2006. Alpha-chaconine, a potato glycoalkaloid, induces apoptosis of HT-29 human colon cancer cells through caspase-3 activation and inhibition of ERK 1/2 phosphorylation, Food and Chemical Toxicology. Food Chem Toxicol. 44(6):839-46.

ANEXO



Fig.1-2. Especie de *Solanum habrochaites* S. Knapp & DM Spooner (Solanaceae)

Arnaldoa 22 (1): 119 - 138, 2015 ISSN: 1815-8242

Comunidades vegetales del Complejo Arqueológico Chan Chan, provincia Trujillo, región La Libertad, Perú

Plant communities of Chan Chan Archaeological Complex, province Trujillo, region La Libertad, Peru

Eric F. Rodríguez Rodríguez, Katia Monzón Licera, Brenda Martínez Torres, Verónica Liza Trujillo, María Morillo Horna & Luis Bernabé Salomón
Herbarium Truxillense (HUT), Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
erodriguez@unitru.edu.pe

Luis Pollack Velásquez & Elmer Alvítez Izquierdo
Departamento Académico de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

Margarita Mora Costilla
Asociación Peruana para la Conservación de la Naturaleza, APECO-TRUJILLO, Trujillo, Perú.

Resumen

El Complejo Arqueológico Chan Chan ubicado en el valle Moche (provincia Trujillo, distrito Huanchaco, región La Libertad), alberga a la ciudadela urbana más grande del mundo construida de adobe y barro por la sociedad Chimú. El monumento arqueológico se encuentra en regular estado de conservación, sin embargo, la acción antrópica además de destruirlo está eliminando la flora que crece espontáneamente en el área y que aún no ha sido estudiada. En esta oportunidad se determinaron las comunidades vegetales existentes en el Complejo según sus componentes florísticos y fisionomía. Las colecciones botánicas y observaciones directas de campo fueron efectuadas en diferentes visitas periódicas entre el 2010 y 2013 cuando las precipitaciones llegaron a su máximo. Se definieron las siguientes comunidades vegetales: A) Vegetación macrotérmica-xerofítica (Algarrobales, espinales y sapotales), B) Matorrales, C) Gramadales, D) Totorales, E) Tifales, F) Vega de ciperáceas o Juncales, G) Comunidades acuáticas, H) Comunidades del borde de los humedales. Se discute la presencia de estas comunidades y sus componentes florísticos con las del Perú antiguo. Se destaca la acción antrópica sobre *Scirpus californicus* subsp. *tatora* (Cyperaceae) "totora".

Palabras clave: Complejo Arqueológico Chan Chan, flora, comunidades vegetales.

Abstract

Chan Chan Archaeological Complex located in the Moche Valley (province Trujillo, district Huanchaco, region La Libertad), houses the urban citadel largest of the world built of adobe and mud by the Chimu society. The archaeological monument is in fair condition, but human action besides destroy it is removing the flora that grows spontaneously in the area and that has not yet been studied. This time the existing plant communities in the complex on the base of its floristic components and physiognomy were determined. The botanic collections and direct field observations were made in different periodic visits between 2010 and 2013 when the maximum precipitation occurred. The following vegetable communities were defined: A) Xerophytic vegetation (Algarrobales, espinales and sapotales), B) Shrubbery, C) Grasslands, D) Totorales, E) Tifales, F) Juncales, G) Water Communities, H) Communities edge of wetlands. The presence of these communities and their floristic components with those of ancient Peru is discussed. The anthropic action on *Scirpus californicus* subsp. *tatora* (Cyperaceae) "totora" is emphasized.

Keywords: Chan Chan Archaeological Complex, flora, plant communities.

Introducción

El antiguo peruano del valle de Moche y áreas adyacentes aprendió a convivir con la naturaleza y las plantas en especial. Los representantes de las culturas imperantes en aquel entonces [e.g.: Culturas Moche (100 d.C.–800 d.C., Intermedio Temprano) y Chimú (900 d.C.–1460 d.C., Intermedio Tardío)], fueron grandes agricultores y aceptaron que las plantas son los seres que determinan la vida evidenciado a través del uso ancestral de las mismas y el equilibrio con el paisaje. Es así, que diversas especies de plantas tanto cultivadas y no cultivadas fueron empleadas en diversos aspectos de su vida diaria (e.g.: alimentación, construcción de viviendas, utensilios de pesca y enseres de uso doméstico, entre otros), cuyas evidencias se encuentran representadas en su cerámica escultórica y pictórica, así como otros hallazgos arqueológicos (Towle, 1961; Rostworowski, 1981; Horkheimer, 2004; Fernández & Rodríguez, 2007). El conocimiento de este legado, en cierta forma, ha quedado perennizado hasta el presente en los habitantes del valle (Fernández &

Rodríguez, 2007). Estudios que de una u otra forma reflejan este conocimiento a través del tiempo, han sido efectuados en áreas de interés natural y cultural en la costa de la región La Libertad con fines científicos y turísticos, tales como: Importancia natural y cultural del Cerro Campana, en donde se enfatizan tanto la flora como las evidencias Paijanense, Cupisnique y Chimú, y la muralla de la Cumbre (Chimú) (Briceño *et al*., 1994; Briceño, 1997; Rodríguez *et al.,* 2012b); Inventario Florístico de El Algarrobal de Moro, provincia Chepén, departamento La Libertad (Rodríguez *et al*., 1996) que involucra al complejo arqueológico del mismo nombre; Inventario Florístico de Huaca de la Luna, Trujillo, Perú (Rodríguez & Mora, 2012), y Avances en el estudio de la flora de Collambay (Simbal, Trujillo, La Libertad, Perú) (Rodríguez *et al.,* 2012a), un lugar suigéneris en donde la mayoría de los sitios arqueológicos registrados presentan evidencias relacionadas al Paijanense (cazadores-recolectores) y a las ocupaciones Salinar (Formativo Tardío) e Inca (Horizonte Tardío), aquí se evidencia el uso ancestral de *Erythroxylum novogranatense* var. *truxillense* (Rusby) Plowman (Erythroxylaceae) "coca".

Particularmente, Chan Chan (provincia Trujillo) es la ciudadela urbana de barro más grande del mundo construida por la sociedad Chimú, ubicada en la costa de la región La Libertad y en la margen derecha del río Moche (Fernández & Rodríguez, 2007; Gálvez & Runcio, 2010). Reconocida como Patrimonio Cultural de la Nación, y por la UNESCO como Patrimonio Cultural de la Humanidad en 1986 e incluida en la Lista del Patrimonio de la Humanidad en peligro en el mismo año.

El monumento arqueológico se encuentra en regular estado de conservación y está siendo respaldado por el "Plan Maestro de Conservación y Manejo de Chan Chan". Sin embargo, aún afronta serios problemas tanto de conservación como de pérdida de área de expansión, debido a la presencia de 1) Agentes ambientales (proximidad al mar, elevación de la napa freática, factores climáticos diversos, lluvias como consecuencia del impacto de los eventos El Niño (ENSO), sismos, entre otros) y 2) Agentes antrópicos (presencia de agricultores precarios en los alrededores, invasiones permanentes para ampliar la frontera agrícola y urbana, presencia de instalaciones de empresas agropecuarias, huaqueo, entre otros); se constituyen en los causantes más importantes que interactúan sobre sus materiales y estructuras vulnerables de adobe y sobre el recorte del área de ocupación del denominado Complejo Arqueológico Chan Chan (C.A. Chan Chan).

La acción antrópica además de destruir el monumento arqueológico está eliminando la flora que habita espontáneamente ya sea drenando y secando los humedales (e.g.: Ausencia actual de "totora"), con el permanente pastoreo y sobrepastoreo de ganado (e.g.: Ovino y caprino) así como quemando y talando los componentes de esta vegetación (e.g.: Disminución de "algarrobales", "espinales" y ausencia de "sapote") para obtener nuevas áreas de cultivo o para utilizarlos como leña, provocando el desequilibrio ecológico y una imagen negativa a los visitantes (e.g.: Soporta una gran carga de turistas).

Hasta el presente no se tiene conocimiento de estudios científicos integrales publicados oficialmente para el C. A. Chan Chan, referidos a todos los grupos taxonómicos y sus respectivas comunidades vegetales, solamente existen estudios aislados y listas de plantas. Gómez *et al.* (2003) efectúan un estudio muy general que involucra la parte florística del

wachaque ubicado en la ciudadela Tschudi registrando una baja riqueza de taxa de fanerógamas (17 especies) y criptógamas (18 géneros); a su vez Rodríguez *et al*. (2013) indican una lista para el Complejo constituida por 52 familias y 156 especies espontáneas y ornamentales de flora vascular, enfatizando la pérdida progresiva de *Scirpus californicus* subsp. *tatora* (Cyperaceae). Este conocimiento botánico integral es necesario y prioritario para saber lo que existe científicamente a objeto de dar los lineamientos de conservación y recuperación de las especies que están siendo eliminadas sistemáticamente por los lugareños; y además también, sirva de guía e ilustración a los grupos de interés. Con la finalidad de fundamentar el conocimiento florístico de este importante monumento arqueológico, se efectuó una investigación orientada a determinar las comunidades vegetales que incluyen especies de crecimiento espontáneo.

Material y métodos

1. Aspecto Histórico:

El C. A. Chan Chan se encuentra ubicado en el valle Moche, costa norte del Perú (8º06'32.04" S - 79º04'27.91" O y a 25 m.s.n.m.; Provincia de Trujillo, Distrito Huanchaco) en la cuenca baja y margen derecha del río Moche, entre el balneario de Huanchaco y la ciudad de Trujillo. Fue la capital del estado Chimú ((900 d.C. – 1460 d.C., Intermedio Tardío) y ocupó una extensión de alrededor de 20 km^2 de los cuales ahora se conservan unos 14 km^2, que incluye: a) Área central o nuclear urbana con 6 km^2 y muestra arquitectura de gran escala (intermedia): diez conjuntos amurallados ("ciudadelas"): Chayhuac An o Quixmic An (Chayhuac), Chol An (Rivero), Utzh An (Gran Chimu), Tsuts An (Tello), Ñing An (Velarde), Ñain An (Bandelier), Fochic An (Squier), Xllangchic An (Uhle), Fechech An (Laberinto), Nik An (Tschudi), además numerosas construcciones semi-monumentales, pirámides truncas, espacios cercados, chacras hundidas y caminos; y b) Área marginal mas rural con 8 km^2 rodeando el área central, comprende conjuntos habitacionales, depósitos, templos de menor escala, cementerios, canales, chacras hundidas, hoyas de cultivo o huachaques/ wachaques al sur y SE del área central (Chico, Grande y Gran Huachaque o Pampas de Alejandro), caminos, entre otros (Municipalidad Provincial de Trujillo, 2002c; Gálvez & Runcio, 2010; P.E.C.A. Chan Chan, 2013). Ver Fig. 1.

Es reconocida como la ciudadela de adobe precolombina más grande del mundo, forma parte del Patrimonio Cultural de la Nación, fue declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en 1986 e incluida en la Lista del Patrimonio de la Humanidad en peligro en el mismo año. El 21 de enero del 2000 (D.S. 003-2000-ED) se aprobó el "Plan Maestro de Conservación y Manejo de Chan Chan", proponiendo acciones científicas y técnicas interdisciplinarias dirigidas a la conservación del Complejo Arqueológico Chan Chan.

2. Datos Climáticos:

Los datos climáticos referidos a temperaturas y precipitaciones de los años 2010 a 2013, fueron tomados en la estación meteorológica Chan Chan ubicada en el parador turístico del conjunto Nik An (antes Tschudi) (712134.76 E - 9103188.86 N). (Fig. 2 y 3).

3. Estudio de la vegetación, ubicación fitogeográfica y zonas de vida en el área de estudio:

El estudio estuvo basado en las

colecciones y observaciones directas de campo efectuadas en diferentes visitas periódicas a Chan Chan entre los años 2010 y 2013 cuando las precipitaciones llegaron a su máximo (Fig. 3). También se revisaron las colecciones de plantas efectuadas por otros investigadores a través del tiempo depositadas en el Herbarium Truxillense (HUT) de la Universidad Nacional de Trujillo (acrónimo en Thiers, 2013).

La toma de datos referidos a las características exomorfológicas, formas de vida, nombres vulgares, hábitat, entre otros, de las especies biotipos de las comunidades y flora asociada se realizaron "*in situ*", y el proceso de herborización se efectuó siguiendo la metodología y técnicas convencionales recomendadas por Rodríguez & Rojas (2006). La determinación taxonómica se realizó con ayuda de bibliografía especializada referida a descripciones de las especies, claves taxonómicas dicotómicas basadas en los caracteres exomorfológicos y de hábito (Macbride, 1936-1971; Sagástegui & Leiva, 1993). Además por comparación morfológica con los ejemplares existentes en el herbario HUT. La actualización de las especies se efectuó de acuerdo al «Catálogo de las Gimnospermas y Angiospermas del Perú» (Brako & Zarucchi, 1993) y Tropicos (2013). El material botánico fue depositado en el herbario HUT bajo la numeración del autor principal y la codificación del mencionado herbario.

La preparación de las comunidades vegetales del área de estudio está basada en la fisionomía y composición florística de las mismas, que a su vez son hábitats para la diversidad biológica existente preferentemente en los humedales. En general, el nombre adoptado de las comunidades está referido a la especie prototipo predominante. Esta clasificación es una adaptación de lo indicado por Cabrera (1953), Sagástegui (1976), León *et al.* (1995), Ferreyra (1983), Mostacero (1996; 2007) y Sagástegui (ined.).

Para la ubicación fitogeográfica y zonas de vida se siguió a Sagástegui (1976), ONERN (1976), Mostacero *et al.* (1996; 2007), Brack (19869; Brack & Mendiola (2000); Tosi (1960) y Weigend (2002).

Resultados y discusión

1. Ubicación Geográfica del área de estudio:

El estudio florístico de las especies en sus respectivas comunidades vegetales se efectuó en el C. A. Chan Chan (Provincia de Trujillo, Distrito Huanchaco) entre los 07 m hasta 43 m.s.n.m. (8º07'24.41"S - 79º04'50.42"O; 8º05'40.27"S - 79º04'08.79"O). Los Cerros que circundan Chan Chan son Cerro Prieto (800 m.s.n.m.), Cerro Blanco (350 m.s.n.m.), Cerro Cabras (655 m.s.n.m.), Cerro Cabezón (1236 m.s.n.m.), Cerro Campana (996 m.s.n.m.), Cerro Piedra Parada (545 m.s.n.m.) y Cerro Chiputur (1150 m.s.n.m.).

El Complejo Arqueológico Chan Chan presenta una extensión de 1,414.57 has. Sin embargo, entre las Unidades Ambientales Antrópicas que están modificando el paisaje se encuentran las grandes instalaciones y superficies industriales concentradas (e.g.: Empresa Agropecuaria Chimú), así mismo zonas destinadas a la agricultura, aproximadamente 850 has, entre la zona de Santa María, Pampas del Padre Aban y los Huachaques o Wachaques (Chacras hundidas). Los agricultores en condición precaria pertenecen a la Comisión de Regantes de Santa María–Valdivia – Mampuesto – La Hermelinda, con problemas legales por resolver.

Las coordenadas geográficas ubicadas

dentro del C. A. Chan Chan en donde se llevaron a cabo las colecciones y observaciones de las comunidades son:

1) 8º07′24.41″S - 79º04′50.42″O; 7 m

2) 8º07′12.17″S - 79º04′39.79″O; 9 m

3) 8º06′44.51″S - 79º04′58.25″O; 18 m

4) 8º06′49.43″S - 79º04′26.98″O; 20 m

5) 8º06′40.54″S - 79º04′29.17″O; 20 m

6) 8º06′35.55″S - 79º04′18.88″O; 22 m

7) 8º06′32.02″S - 79º04′51.47″O; 24 m

8) 8º06′40.07″S - 79º04′24.77″O; 24 m

9) 8º06′24.78″S - 79º04′24.31″O; 26 m

10) 8º06′25.85″S - 79º04′46.13″O; 26 m

11) 8º06′26.69″S - 79º04′29.32″O; 28 m

12) 8º06′02.73″S - 79º04′47.28″O; 32 m

13) 8º06′00.96″S - 79º03′57.00″O; 37 m

14) 8º06′00.62″S - 79º04′02.06″O; 38 m

15) 8º05′52.21″S - 79º04′05.00″O; 40 m

16) 8º05′40.27″S - 79º04′08.79″O; 43 m

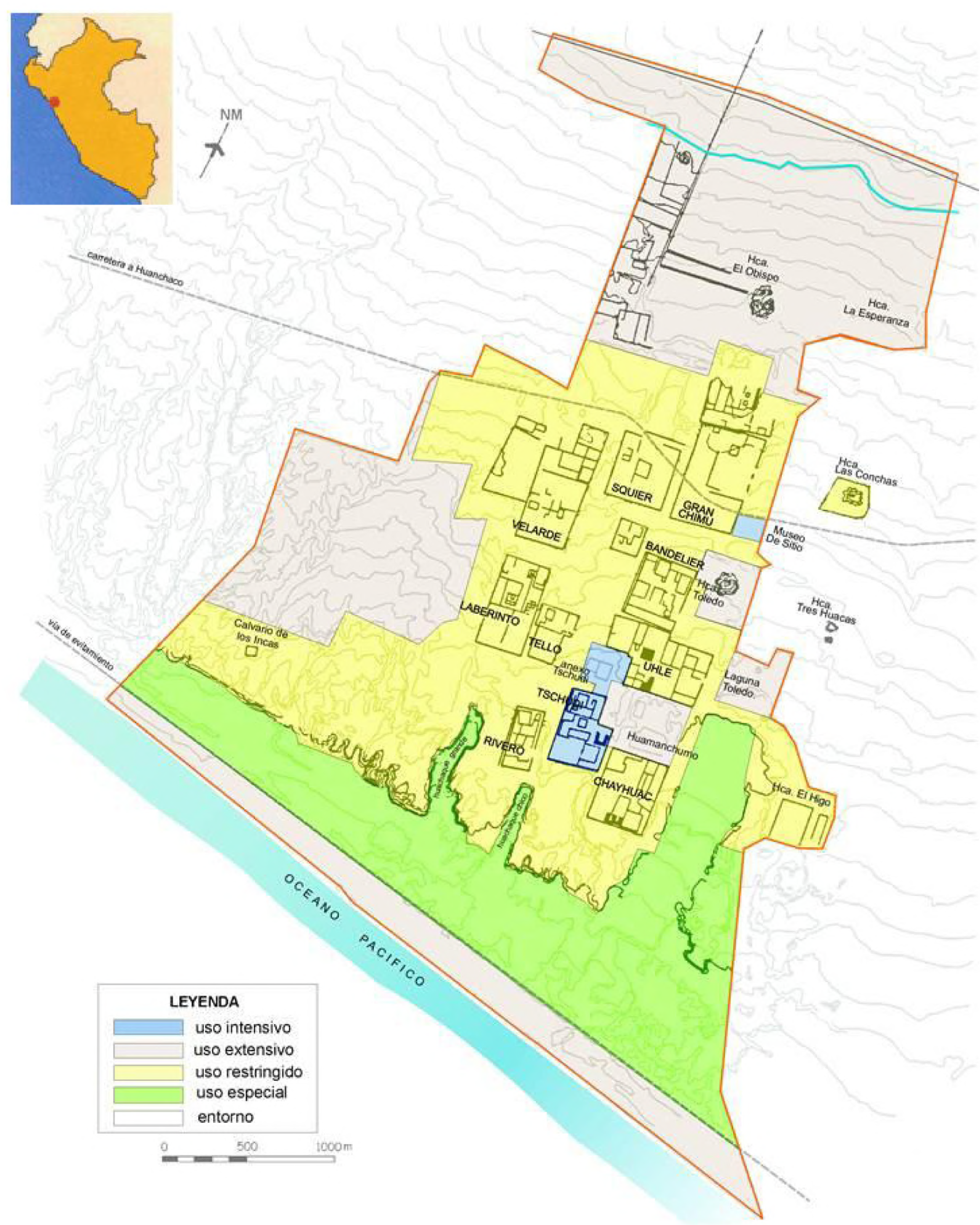


Fig. 1. Ubicación Geográfica del Complejo Arqueológico Chan Chan. Tomado de: Plan Maestro para la Conservación y Manejo del Complejo Arqueológico Chan Chan (2000).

2. Aspectos Geológicos:

El área de influencia geomorfológicamente se ubica en la Unidad mayor: Zonas de pampas o planicies costeras y en la Unidad menor: Penúltima terraza fluvioaluvial (Q-a2). Presenta una conformación geológica perteneciente a los Depósitos Sedimentarios de la era del Cenozoico (Cuaternario Reciente) el cual está constituido por Depósitos aluviales (Q-al) que conforma el cono deyectivo del río Moche y la quebrada Río Seco ocupando la superficies planas ocupadas por los Depósitos coluvio-aluviales (Q-co-al) y eólicos (Q-e). Este depósito está constituido por arcillas plásticas con intercalaciones de gravas en matriz arcillosa, los fragmentos son rocas de dioritas, granitos y andesitas, de forma subangulosa a subredondeada cuyos bloques miden mayormente entre 2 y 8 cm (predominando las gravas de rocas plutónicas sobre las volcánicas y calizas); además existen interdigitaciones de arena eólica media y gruesa de color beige. La zona del litoral está conformada por Depósitos Marinos (Q-m) y Depósitos Eólicos (Q-e) generalmente cubiertos por los gramadales (Municipalidad Provincial de Trujillo, 2002 a, b).

3. Aspectos Climáticos:

3.1. Temperatura:

Las temperaturas promedio mensuales registradas por la estación meteorológica de Chan Chan en el periodo 2010-2013 varían según la estación, entre los meses de enero a abril el promedio es de 21.94 °C, entre mayo y agosto alcanza un promedio de 18.37 °C, para continuar descendiendo entre setiembre y diciembre a 17.78 °C. El promedio anual es de 19.52°C.

Respecto a las temperaturas máximas promedio mensuales varían según la estación, entre los meses de enero a abril el promedio es de 27.03 °C, entre mayo y agosto alcanza un promedio de 22.85 °C, para continuar descendiendo entre setiembre y diciembre a 22.56 °C. El promedio anual es de 22.35 °C.

Por otro lado, las temperaturas mínimas promedio mensuales varían según la estación, entre los meses de enero a abril el promedio es de 18.37 °C, entre mayo y agosto alcanza un promedio de 15.22 °C, para continuar descendiendo entre setiembre y diciembre a 14.61 °C. El promedio anual es de 16.19 °C.

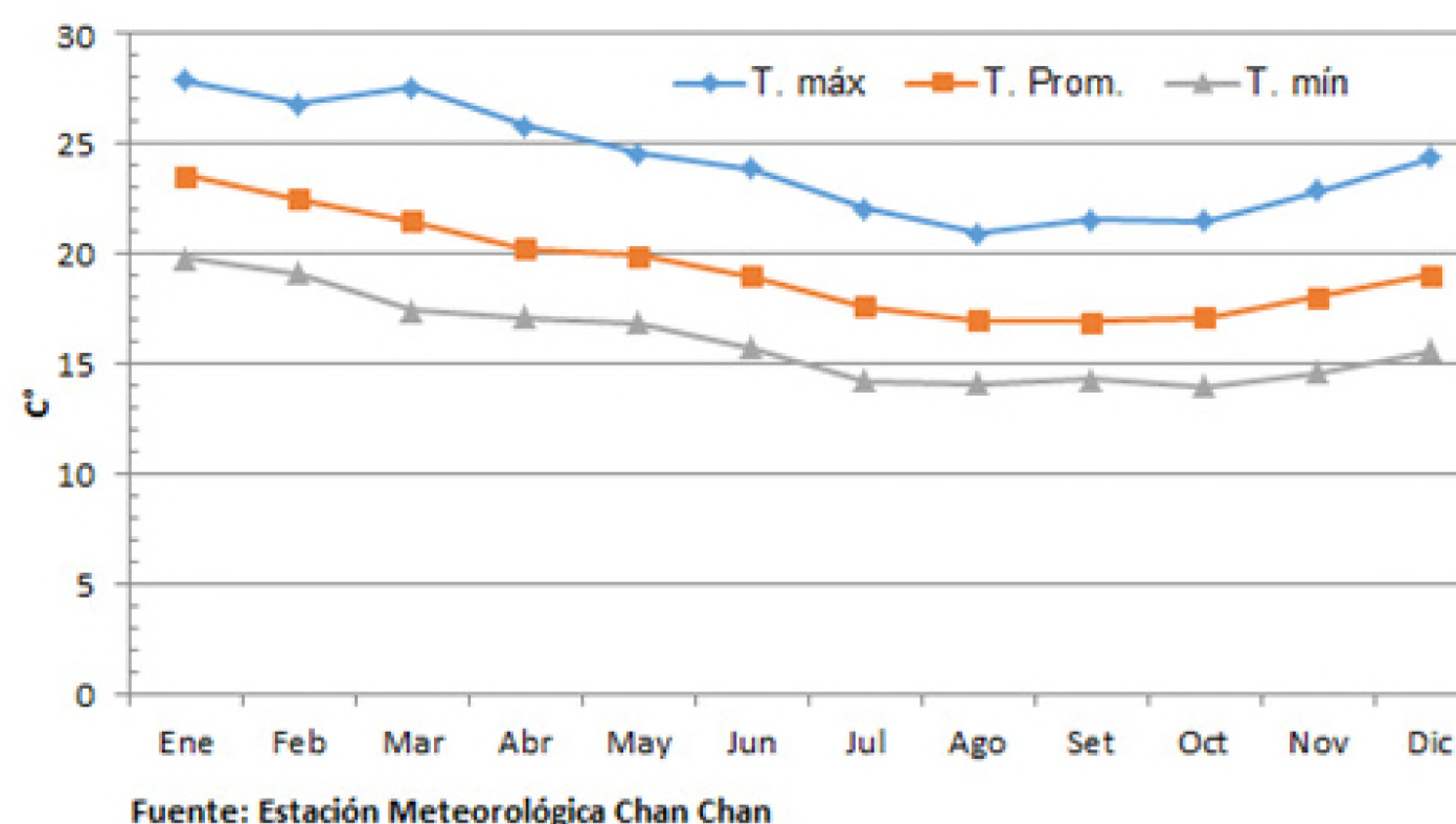


Fig. 2. Temperaturas Promedios Máximas y Mínimas en °C del C.A. Chan Chan para los años 2010 y 2013.

3.2. Precipitación:

Durante el periodo 2010-2013 las precipitaciones promedio total anual es de 23.32 mm; entre los meses de enero a marzo la precipitación total es de 18.20 mm, entre abril y junio alcanza un total de 2.45 mm, para luego decrecer a 0.87 mm en los meses de julio a setiembre e incrementarse entre octubre a diciembre a 1.80 mm. Por lo que sus características son de clima periárido a árido semicálido.

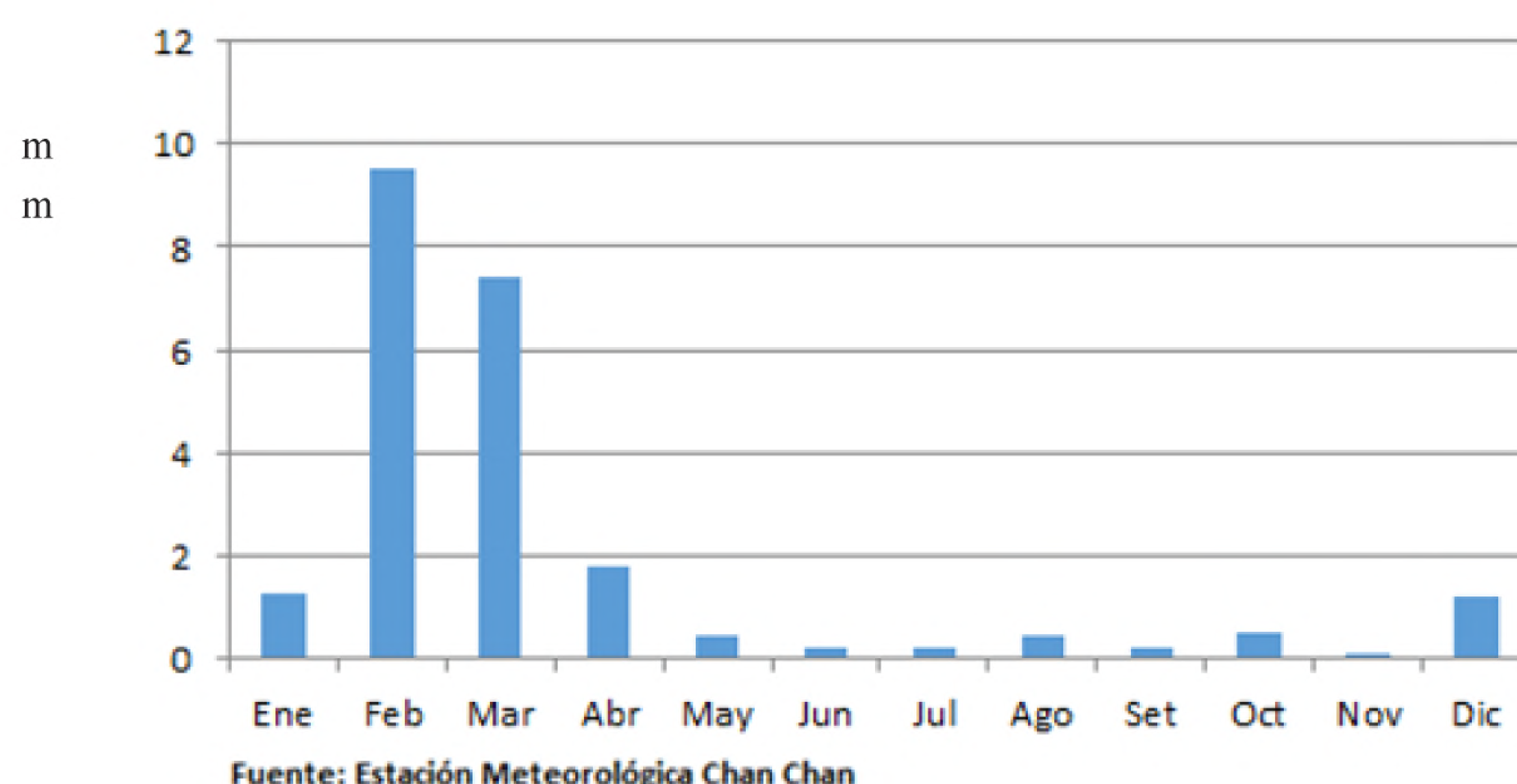


Fig. 3. Precipitación Total en mm del C.A. Chan Chan para los años 2010 y 2013.

4. Ubicación fitogeográfica y zonas de vida:

El área de estudio pertenece al Reino Florístico o Neotropis, Dominio Costanero y Provincia Desértica *sensu* Sagástegui (1976), a la Región Neotropical, Dominio Andino y Provincia Desértica *sensu* Mostacero *et al.* (1996; 2007); a la zona fitogeográfica Amotape-Huancabamba en su parte sureña *sensu* Weigend (2002); a las ecorregiones El Desierto del Pacífico y en cierta medida a El Bosque seco Ecuatorial por presentar algunas comunidades del los bosques secos del Pacífico (Brack, 1986; Brack & Mendiola, 2000); a las zonas de vida Desierto-Subtropical (d-ST) y Maleza Desértica-Subtropical (md-ST) *sensu* Tosi (1960), y Desierto Desecado-Subtropical (dd-S) y Matorral desértico Sub Trópical (md-S) *sensu* ONERN (1976).

5. Comunidades vegetales:

Las comunidades climáxicas y subclimáxicas, así como las comunidades preserales, han sido en su mayor parte alteradas por el hombre directa o indirectamente, de modo que la vegetación natural prístina solo puede estudiarse en sus relictos que persisten en pequeñas zonas (e.g.: alrededor del museo de sitio, atrás de humedal Huamanchumo), humedales (wachaques, canales, drenes, entre otras.), en las vías de acceso y en algunas parcelas que no han sido sometidas a la agricultura o la ganadería. En general, las especies existentes en el complejo forman parte de la vegetación que crece espontáneamente en forma natural y, también a especies que han ingresado conjuntamente con la actividad agrícola de los invasores.

Se evidencian ocho comunidades vegetales, que a su vez, sirven de refugio, hábitat y como fuente de alimento a la fauna, especialmente a las aves:

1. Vegetación macrotérmica - xerofítica (Algarrobales, espinales y sapotales) (VMX):

Esta comunidad vegetal está integrada por plantas comúnmente leñosas conformantes del estrato arbustivo-arbóreo de porte mediano o alto generalmente de las familias Fabaceae y Capparaceae que embellecen el paisaje y están adaptadas a

vivir en suelos secos o áridos y a temperaturas elevadas del Complejo (Fig. 4A-C). La acción destructiva y depredadora de sus habitantes con la finalidad de ganar frontera agrícola o para utilizarlos como leña, han deteriorado casi totalmente a los componentes de esta vegetación provocando el desequilibrio ecológico (Sagástegui, ined.). Actualmente existen árboles dispersos de *Prosopis pallida* (Fabaceae) "algarrobo" como remanentes de esta comunidad denominada: **Algarrobales**. Respecto a esta especie, Rostworowski (1981) menciona que el antiguo peruano empleó su madera, por ser dura e incorruptible, en la construcción de sus viviendas, tumbas y santuarios; cuyas representaciones de estas edificaciones en la cima de las pirámides truncas se encuentran en la cerámica mochica. Horkheimer (2004) por su parte indica que su completa destrucción de los bosques ocurrida durante la colonia debió haber traído consigo un considerable empeoramiento de las condiciones agrícolas en los terrenos adyacentes debido a ser un controlador de dunas, además de la pérdida de los hábitats de los "venados", representados como bosques de algarrobos en los huacos mochicas. Sin embargo, además de hábitat también las vainas (frutos) les servían de alimento, cuyas representaciones se encuentran en la cerámica mochica en donde se observan escenas de "venados costeños" comiendo lo frutos del "algarrobo", mientras otras representaciones reproducen cacerías ceremoniales de "venados", realizadas por señores lujosamente ataviados con cascos y nuqueras (Rostworowski, 1981).

Otra especie arbórea erguida con el fuste copioso y aplanado (umbraculífero: forma de paraguas) característico y asociada con el "algarrobo", es *Acacia macracantha* (Fabaceae) "espino", igualmente raleado y llamado **Espinales**. Asociados a estos árboles se encuentra *Acacia huarango* "huarango", una planta espinosa y leñosa postrada sobre los arenales. En el pasado se evidenció la presencia del *Colicodendron scabridum* (=*Capparis scabrida*) (Capparaceae) "sapote", que formó la asociación de los **Sapotales**, pero, que aparece como un recurso agotado por su uso desmesurado (Sagástegui, ined.). Rodríguez *et al.* (2007) advierten que esta especie a pesar de estar considerada en Peligro Crítico (CR) por el gobierno del Perú, sigue sufriendo deforestación extensiva e irreversible, especialmente para aprovechar su madera muy utilizada en artesanía, motivada por los elevados ingresos económicos, siendo comercializada de esta forma en grandes cantidades en el mercado local, nacional e internacional; y también, como leña y carbón, necesitando planes de conservación urgente. Igualmente, el D.S. Nº 043-2006-AG, que categoriza el estado de conservación de la flora peruana, además del sapote, se indica a *Prosopis pallida* "algarrobo" como Vulnerable (VU) y *Acacia macracantha* "espino" en situación de Casi Amenazada (NT).

También forman parte de esta asociación, las especies de *Capparicordis crotonoides* (=*Capparis crotonoides*) "bichayo" y *Beautempsia avicenniifolia* (=*C. avicennifolia*) "guayabito de gentil". Dentro de esta comunidad vegetal esporádicamente se encuentran a *Cordia lutea* (Boraginaceae) "flor de overo", *Encelia canescens* "mataloba", *Wedelia latifolia* "suncho" y la apoyante *Pseudogynoxys cordifolia* (Asteraceae) "san juan", *Mimosa albida* "tapa tapa", *Parkinsonia aculeata* "azote de Cristo" y *Senna bicapsularis* (Fabaceae) "alcaparrilla", la semiparásita *Psittacanthus chanduyensis* (Loranthaceae) "suelda con suelda", *Malvastrum coromandelianum* "angosacha", *Malvastrum scoparium* "angosacha" y *Melochia lupulina* (Malvaceae)

y *Lycium boerhaaviaefolium* (Solanaceae) "palo negro". Los componentes de esta comunidad en muchos casos están siendo reemplazados por *Acacia horrida* (Fabaceae) "huaranguillo", una especie introducida utilizada como cercos vivos en el complejo arqueológico. Es necesario, urgente y prioritario reforestar el área con flora nativa (e.g.: "algarrobo", "espino", "sapote", "chope", "peal"), la cual lamentablemente presenta un lento crecimiento.

El estrato herbáceo está constituido por vegetación efímera o anual influenciadas por las condiciones climáticas de humedad y precipitación (e.g.: Boraginaceae: *Tiquilia paronychioides*, Fabaceae: *Desmanthus virgatus*, Solanaceae: *Exodeconus maritimus*, Poaceae: *Chloris halophila, Dactyloctenium aegyptium, Echinochloa colonum, Eleusine indica, Eriochloa pacifica, Paspalum racemosum*) que aparece con la humedad invernal o las lluvias del fenómeno El Niño (lluvias veraniegas), y sirve de alimento al ganado ovino y caprino. En general, la regulación de los factores bioclimáticos de la costa depende principalmente de la Corriente Peruana y la Corriente del Niño. A todo esto se agrega las variaciones microclimáticas que están en función de la altura sobre el nivel del mar, el relieve y la latitud (Ferreyra, 1983).

2. Matorrales (M): Esta comunidad pertenece a la vegetación macrotérmica o xerofítica (Fig. 4D). En sentido usual se denomina matorral a todas las formaciones vegetales leñosas constituidas por matas y malezas. De acuerdo a esta acepción encontramos en el Complejo Arqueológico Chan Chan los matorrales de especies leñosas postradas o rastreras cubriendo los arenales ondulados más o menos extensos del mismo, tales como: *Cryptocarpus pyriformis* (Nyctaginaceae) "chope", *Cissus verticillata* "uvilla de culebra" (Vitaceae), *Cercidium praecox* (Fabaceae) "palo verde", *Waltheria ovata* (Malvaceae) "lucraco" y de *Scutia spicata* (Rhamnaceae) "peal" un arbusto espinoso difusamente ramificado.

3. Gramadales (G): El gramadal perteneciente a la comunidad de suelo salino, se desarrolla en substratos arenosos con presencia de agua freática a 10-150 cm bajo la superficie (Maldonado, 1943; citado por León *et al.*, 1995). Es una asociación formada exclusivamente por vegetación halófita compuesta por especies que toleran una elevada salinidad y entre ellas por hierbas bajas pertenecientes a la familia Poaceae. En el lado occidental del Completo Arqueológico Chan Chan, frente al mar y paralelo al litoral se encuentran aún grandes extensiones de gramadales naturales en suelos arenosos constituidos exclusivamente por *Distichlis spicata* (Poaceae) "grama salada" considerada como el biotipo principal. También se encuentran otras gramíneas formando asociaciones tipo mosaicos verde-claro pero esporádicamente: *Paspalum vaginatum* "nudillo" y *Sporobolus virginicus*. Así mismo, aparecen otros componentes secundarios de esta comunidad en ciertas zonas, tales como: *Alternanthera halimifolia* "hierba blanca" y *Chenopodium murale* "hierba del gallinazo" (Amaranthaceae), *Sesuvium postulacastrum* "lito", *Trianthema portulacastrum* "falsa verdolaga" (Aizoaceae), *Portulaca oleracea* "verdolaga" (Portulacaceae), *Cressa truxillensis* y *Heliotropium curassavicum* "hierba del alacrán" (Boraginaceae), esporádicamente se encuentra *Merremia quinquefolia* (Convolvulaceae) un bejuco de flores amarillas, *Spilanthes leiocarpa* (Asteraceae) "turre macho", *Lippia nodiflora* (Verbenaceae) "turre hembra", *Argemone subfusiformis* (Papaveraceae) "cardo santo", *Passiflora foetida* (Passifloraceae) "granadilla de culebra", entre otras especies. Ocasionalmente se observa a

Scirpus americanus "junco" invadiendo lo gramadales. Esta comunidad también se encuentra rodeando y delimitando a los humedales "wachaques", Fig. 4E.

4. Totorales (T): Son comunidades helófitas que viven en las lagunas pequeñas, balsares o "wachaques" formadas por filtración de las aguas provenientes exclusivamente de la napa freática. El nombre de esta comunidad proviene del nombre "totora" (=*Scirpus californicus* subsp. *tatora*, Cyperaceae), una especie áfila con rizomas robustos que le permiten formar poblaciones grandes que llegan a ocupar totalmente las lagunas. Es confundida a menudo con la "tifa" *Typha angustifolia.* Generalmente es un cultivo que necesita cuidados, tales como los "deshierbos" periódicos para evitar que otras Cyperaceae o la "tifa" la invadan, Fig. 6C-D.

Fernández & Rodríguez (2007), indican que la "totora" fue usada desde los tiempos precolombinos (Moche, Chimú, Lambayeque, entre otros) para la fabricación de tapetes, cestos, balsas (caballito de totora), y otros. Rostworowski (1981), señala que los "wachaques" o chacras hundidas cercanas a la ciudad de Chan Chan, fueron lagunas artificiales para aprovechar el agua del subsuelo y sembrar en ellas los juncos indispensables para el desarrollo urbano. Tradición seguida hasta la actualidad en Huanchaco, donde se cultiva a esta planta en wachaques artificiales para fabricar con sus tallos los tradicionales "caballitos de totora" o "patachos" (Fernández & Rodríguez, 2007). Rostworowski (1981), menciona que los "caballitos de totora" de Huanchaco presentan solo la proa en punta y ligeramente volteada hacia arriba; existiendo reproducciones idénticas a las actuales en la cerámica chimú, en cambio las embarcaciones mochica tanto la proa como la popa estaban erguidos.

Actualmente esta especie es raramente encontrada en los humedales del C. A. Chan Chan debido al drenaje contínuo de las lagunas para ganar frontera agrícola, por la invasión de otras Cyperaceae o "tifa" o debido al descuido de los lugareños que no continúan con la tradición de su cultivo (ver Rodríguez *et al.*, 2013). Debe existir un manejo adecuado de este ecosistema dinámico como un todo y sus procesos, para optimizar un equilibrio entre la biota y su hábitat, fundamentalmente dar énfasis a la calidad de agua referido a su suministro, flujos y contenido químico y biológico (e.g.: "totora" no tolera substrato en descomposición).

Se debería dar mayor importancia a este recurso, además de la construcción del "caballito de totora", tal como la elaboración de elementos utilitarios a modo de un valor agregado que redunde en la calidad de vida y mejora económica de los pobladores (e.g.: Un ejemplo rescatable es el taller para niños denominado *El Saber del Barro* organizado por el Ministerio de Cultura a través del P.E.C.A. Chan Chan en donde se trata de revalorar este recurso).

5. Tifales (Tf): Estas comunidades viven en suelos inundados, anegados o encharcados; cubriendo casi toda la extensión de los humedales o en sangrías o en los bordes de los espejos de agua provenientes de aguas freáticas. Se caracteriza por poblaciones densas de su único componente *Typha angustifolia* "tifa", "enea", "inea" (Typhaceae), un helófito perenne muy robusto de hasta 3 m de alto, con rizomas desarrollados gracias a los cuales forma poblaciones más o menos grandes e invasivas; además presenta hojas lineales muy largas, y las flores unisexuales reunidas en una densa espiga cilíndrica marrón en el extremo superior del tallo a menudo denominadas "cola

de gato". Esta especie conjuntamente con otras Cyperaceae invaden los cultivos de "totora" hasta exterminarlas, fenómeno observado en el área de estudio. (e.g.: Nik An, Uhle, Huamanchumo, entre otros). Actualmente es la especie más importante de los humedales existentes en el C. A. Chan Chan, cuyas poblaciones cubren la mayor parte de los humedales o sólo en los bordes de los cuerpos de agua. Fig. 5B-D.

Los humedales en nuestro estudio están representados por los "tifales" y "totorales" más la flora y fauna asociada, los cuales se encuentran distribuidos en forma limitada. En general, los humedales son ecosistemas frágiles considerados como reservorios de biodiversidad (especies y genes), expresada en la diversidad biológica que poseen (flora y fauna), constituyéndose a la vez en espacios de alta productividad. Son considerados dentro de los ecosistemas más productivos del mundo. Además, son sumamente importantes para el desarrollo de diversas actividades de los pobladores locales con la consecuente mejora en su calidad de vida, y cumplen una serie de funciones para el normal desenvolvimiento del paisaje. Son sitio de alimentación, descanso y anidación de especies silvestres de aves residentes y migratorias (e.g. para Chan Chan: *Porphyrio martinica* (Rallidae) "polla de agua morada", *Oxyura jamaicensis* (Anatidae) "pato rana", *Phleocryptes melanops* (Fumariidae) "totorero", *Tachuris rubrigastra libertatis* (Tyrannidae) "siete colores de la totora", *Anthus lutescens* (Motacilidae) "chichirre", entre otras). Las aves acuáticas son muy útiles como indicadoras del estado de conservación de los humedales, y su presencia es ampliamente valorada por numerosos grupos de beneficiarios, como poblaciones locales, turistas, empresas asociadas, cazadores e investigadores científicos (HCP, 2010).

Al respecto, Bocanegra (2011) afirma que los humedales tienen diversos valores como: Valor ecológico (reserva de especies, reservorio genético, grandes productores de biomasa, potencial terapéutico, protección del entorno). Valor entrópico (investigación, económico, turístico, deportes, educación, entre otros). Valor hidrológico (regulación de avenidas, sedimentos aluviales, reservorio de agua, consumo de recursos hídricos como evaporación y mantenimiento de ambientes hídricos). Asimismo, Barbier *et al.* (1997) indican que existen diversos estudios para determinar el valor económico de los humedales en distintas partes del mundo y que los economistas han elaborado metodologías para evaluar los aspectos más intangibles del medio ambiente, tales como los factores recreativos o estéticos; sin embargo, nadie los ha aprovechado para elaborar un método general relacionado a la utilidad global de la valoración económica para el manejo/gestión de los humedales de todo el mundo. Por ello, el hombre debe usar a los humedales racionalmente, manteniendo sus características ecológicas, es decir, la combinación de los componentes, procesos y beneficios, logrado mediante la implementación de enfoques por ecosistemas, dentro del contexto del desarrollo sostenible (SCR, 2010).

Los humedales costeros han sido eficientemente manejados en el Perú antiguo y cuya repercusión de su notable importancia es hasta la actualidad. Por ejemplo, Rostworowski (1981) indica que estos cuerpos de agua tuvieron gran importancia en la economía yunga, ya sea aprovechando 1) La "totora o matara" (*Scirpus*) en la construcción de sus viviendas (techos), objetos de uso doméstico (petates, esteras, cajas, petacas o putti para guardar objetos y alimentos, entre otros) y las embarcaciones para pesca en alta mar

o "caballitos de totora" (tup en lengua muchic) muy bien representadas en la cerámica mochica y chimú (ver también Fernández & Rodríguez, 2007); 2) Cazando aves acuáticas y recolectando sus huevos; o 3) Pescando lisas (*Mugil cephalus*).

6. Vega de Ciperáceas o Juncales (VC): Esta comunidad es frecuente en suelos saturados (fangosos) a veces al borde o cerca de los cuerpos de agua, totorales, tifales y otras invadiendo a los gramadales (Fig. 5A). Constituida por componentes de la familia Cyperaceae y casi exclusivamente por *Cyperus corymbosus* var. *subnodosus* (=*Cyperus articulatus*) "junco" un helófito áfilo articulado con inflorescencias pardo-rojiza y provisto de rizomas desarrollados. Entre otros componentes de esta comunidad con los que vive asociado se encuentran: *Cyperus difformis, Cyperus elegans, Cyperus esculentus* var. *leptostachyus, Cyperus laevigatus, Eleocharis elegans, Eleocharis geniculata, Scirpus americanus, Scirpus maritimus* var. *digynus, Scirpus pungens* y *Torulinum odoratum*. La mayoría de las veces se encuentran asociadas con *Scirpus californicus* subsp. *tatora*, *Typha angustifolia* y entre los gramadales que delimitan la silueta de los cuerpos de agua.

Scirpus pungens y *Scirpus americanus* denominados "juncos de sombreros" usados hasta la actualidad para la confección de sombreros en Moche (Fernández & Rodríguez, 2007), un rubro que también podría explotarse en Chan Chan o para el eco-turismo.

7. Comunidades acuáticas (CA): En el C. A. Chan Chan, la vegetación hidrófita ha sido profundamente alterada, pues las lagunas o "wachaques" dispersos han desaparecido o han sido reducidos a pantanos o fangos y más bien en las sangrías, drenes, canales de regadío o depresiones suelen crecer biotipos de esta vegetación (Fig. 6A-B). Existen especies sumergidas tales como: *Ceratophyllum demersum* (Ceratophyllaceae), *Potamogeton pectinatus* var. *striatus* (Potamogetonaceae) "potamogeton" y *Ruppia maritima* (Ruppiaceae). Otras especies flotan libremente tales como la pteridofita *Azolla filiculoides* (Salviniaceae) "helechito de agua" que a veces cubre totalmente la superficie de las aguas estancadas, al igual que la "lentejita de agua" (*Lemna minuta,* Araceae) con quien se encuentra asociada y ocasionalmente *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) "jacinto de agua" vive de esta forma. Hay otras plantas que viven flotando pero arraigadas en el cieno (emergentes o anfibias), tales como *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) "jacinto de agua" y *Nymphaea pulchella* (Nymphaeaceae) "ninfa acuática". Mientras que aquella tolera substratos en descomposición, la "ninfa" en cambio, habita ambientes con mejor calidad de agua, es así que actualmente no se encuentra en el C. A. Chan Chan tal como se veía abundantemente en el wachaque Nik-An en el pasado.

Por otro lado, en los espejos de agua y orillas de los humedales existe flora ficológica que cumple su rol en la cadena trófica, tales como Cyanophyta: *Anabaena constricta, Anacystis dimidiata, Agmenellum quadriplicatum, Spirulina subsalsa;* Xanthophyceae: *Tribonema affine*; Charophyta: *Chara vulgaris* "chara"; Euglenophyta: *Euglena ehrenbergii*; Bacillaryophyta (Diatomeas): *Amphora ovalis, Diploneis elliptica, Epithemia sorex, Epithemia turgida, Gomphonema parvulum, Navicula cuspidata, Nitzschia linearis, Pinnularia maior;* Chlorophyta: *Cladophora glomerata, Rhizoclonium hieroglyphicum*; entre otras. La mayoría de microalgas son planctónicas excepto algunas que se comportan como

epifitas-perifitón (e.g.: *Cladophra glomerata, Rhizoclonium hieroglyphicum* epifitas de *Chara*). A nivel genérico presenta cierta coincidencia con Gómez *et al*. (2003).

8. Comunidades del borde de los humedales (CBH): Son comunidades de plantas que crecen en las orillas o cercanos a las orillas de los cuerpos de agua o acequias de regadío que de algún modo requieren humedad, se encuentran: *Tessaria integrifolia* "pájaro bobo", los "chilcales" [*Baccharis glutinosa* "chilco hembra", *Baccharis salicifolia* "chilco macho" (Asteraceae)]; ocacionalmente aparecen *Acnistus arborescens* (Solanaceae) "shirac", *Cestrum auriculatum* (Solanaceae) "hierba santa"; *Mimosa pellita* (Fabaceae) "uña de gato", *Salix chilensis* (Salicaceae) "sauce", *Schinus molle* (Anacardiaceae) "molle", *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) "higuerilla", *Phragmites australis* (Poaceae) "carricillo", "caña hueca", también habita una gramínea forrajera introducida *Urochloa mutica* "gramalote", entre otras. Asimismo, bordeando las masas de agua y ocupando hábitats pantanosos o fangosos vegetan varias especies de plantas que tienen una anatomía particular gracias a la cual gozan de un amplio poder de acomodación pudiendo por lo tanto sobrevivir cuando el suelo se inunda o se seca, tales como: *Equisetum giganteum* (Equisetaceae) "cola de caballo", *Pityrogramma trifoliata* (Pteridaceae) "helecho", *Polygonum hydropiperoides* "pimienta de agua" o "pica-pica" y *Rumex crispus* "lengua de vaca" (Polygonaceae), *Ludwigia peploides* "flor de clavo chica" y *L. octovalvis* "flor de clavo grande" (Onagraceae), *Hydrocotyle bonariensis* "sombrerito de Abad" (Araliaceae), *Enhydra sessiliflora* (Asteraceae), *Alternanthera halimifolia, Alternanthera pubiflora, Amaranthus* spp. (*A. hybridus* "yuyo", *A. spinosus* "yuyo macho", *A. viridis* "yuyo") y *Chenopodium* spp. (*Ch. ambrosioides* "paico", *Ch. murale* "hierba del gallinazo") (Amaranthaceae), *Cyclospermum* spp. (*C. laciniatum, C. leptophyllum*) (Apiaceae), *Bacopa monnieri* y *Plantago major* "llantén" (Plantaginaceae), *Asclepias curassavica* (Apocynaceae) "flor de seda", *Ageratum conyzoides* "huarmi huarmi", *Ambrosia peruviana* "marco", *Eclipta prostrata, Picrosia longifolia* "achicoria", *Sonchus oleraceus* "cerraja" (Asteraceae), *Rorippa nasturtium-aquaticum* "berro" (Brassicaceae), *Cleome spinosa* "barba de chivo" (Cleomaceae), *Commelina fasciculata* (Commelinaceae) "orejita de raton", *Cyperus rotudus* (Cyperaceae) "coquito", *Astraea lobata* (=*Croton lobatus*), *Euphorbia heterophylla* (=*Euphorbia cyathophora*) "lecherita", *Chamaesyce hypericifolia* "lecherita" (Euphorbiaceae), *Datura stramonium* "chamico", *Nicandra physalodes* "capulí cimarrón", *Solanum americanum* "hierba mora" (Solanaceae), *Crotalaria incana* "cascabelillo", *Melilotus indicus* "alfalfilla", *Vigna luteola* "pororillo" (Fabaceae), *Corchorus hirtus* "espadaña", *Sida spinosa* "sida", *Sidastrum paniculatum* "escoba, pichana" (Malvaceae), *Oxalis corniculata* "vinagrillo" (Oxalidaceae), *Boerhavia erecta* "pega pega" (Nyctaginaceae), *Cenchrus echinatus, Digitaria sanguinalis, Paspalidium paludivagum, Diplachne fusca* subsp. *uninervia, Setaria geniculata, Setaria verticillata* (Poaceae), *Borreria laevis* y *Richardia brasiliensis* (Rubiaceae), *Verbena litoralis* "verbena" (Verbenaceae), ocasionalmente crecen *Cucumis dipsaceus* "jaboncillo de campo", *Luffa operculata* "esponjilla" y *Momordica charantia* "papayilla" (Cucurbitaceae) y otras especies principalmente de las familias: Asteraceae, Cyperaceae y Poaceae. Es la comunidad que presenta más especies, Fig. 6E.

En tiempos antiguos la utilidad de los

integrantes leñosos de esta comunidad, muy abundantes a lo largo de las acequias y lugares húmedos de los valles yungas, era la obtención de leña y el pastoreo de animales (Rostworowski, 1981). Actividades que se evidencian actualmente en la zona de estudio. Igualmente, el "carricillo" en el valle de Moche sigue siendo empleado en la confección de esteras, canastas, cestos, entre otros. Tal como sucedió con los habitantes antiguos (Fernández & Rodríguez, 2007).

Finalmente, se debe mencionar la gran importancia de las plantas en la parte ecológica, ambiental y su relación con el hombre en su quehacer diario a través del tiempo, mediante el manejo de una especie en particular, o de las comunidades/ecosistemas en general (trabajo y ecodesarrollo). El conocimiento de este legado, en cierta forma, ha quedado perennizado hasta el presente en los habitantes del valle (Fernández & Rodríguez, 2007) y de la región La Libertad, claro reflejo se evidencia cuando las plantas son utilizadas por los pobladores locales en alimentación, como recurso forestal, medicinal y controladores de dunas, asimismo, se debería dar mayor énfasis a su valor agregado a través del ecoturismo (belleza paisajística, artesanía, entre otros); bajo la óptica del enfoque ecosistémico y en perspectiva de un uso sostenible de los recursos naturales, cuyo tratamiento nos ocupará otro estudio.

Conclusiones

Se concluye, que el C. A. Chan Chan presenta ocho comunidades vegetales a saber: 1) Vegetación macrotérmica-xerofítica (Algarrobales, espinales y sapotales), 2) Matorrales, 3) Gramadales, 4) Totorales, 5) Tifales, 6) Vega de ciperáceas o Juncales, 7) Comunidades acuáticas, 8) Comunidades del borde de los humedales.

Agradecimientos

Nuestra gratitud al personal del Proyecto Especial Complejo Arqueológico Chan Chan (P.E.C.A. Chan Chan) en nombre del Mg. Henry Gayoso Paredes, del Herbarium Truxillense (HUT) de la Universidad Nacional de Trujillo en nombre del Dr. José Mostacero León, al Arq. Cesar Gálvez Mora (Dirección Desconcentrada de Cultura de La Libertad) por el apoyo logístico y bibliográfico, y a nuestros recordados maestros Dr. Arnaldo López Miranda (+) y Dr. Abundio Sagástegui Alva (+) (HUT) por sus enseñanzas y haber dirigido los trabajos de campo e investigación en el Norte del Perú.

Literatura Citada

Barbier, E. B.; M. C. Acreman & D. Knowler. 1997. Valoración económica de los humedales – Guía para decisores y planificadores. Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza.

Bocanegra, C. 2011. Destrucción del litoral de Trujillo. Impacto de la Transformación de las costa en la geomorfología litoral. Editorial Sociedad Geográfica de Lima.

Brack, A. 1986. Ecología de un país Complejo. En: Gran Geografía del Perú. Naturaleza y Hombre. Flora y Ecología. Volumen II. Manfer Juan Mejía Baca, Barcelona, España.

Brack, A. & C. Mendiola. 2000. Ecología del Perú. Asociación Editorial Bruño. Lima, Perú.

Brako, L. & J. Zarucchi. 1993. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Garden. Vol 45.

Briceño, J.; E. Rodríguez; L. Pollack & C. Vergara. 1994. Importancia natural y cultural del Cerro Campana: Estado actual y perspectivas. En II Jornadas de Investigación en Ciencias Biológicas. Pág. 402 – 406.

Briceño, J. 1997. Evidencias Paijanense en la loma del Cerro Campana, valle de Moche. Revista del Museo de Arqueología, Antropología e Historia. 7: 17-37.

Cabrera, A. L. 1953. Manual de la Flora de de los alrededores de Buenos Aires. Edit. ACME S.A. Buenos Aires. Argentina.

Fernández, A. & E. Rodríguez. 2007. Etnobotánica del Perú Pre-Hispano. Ediciones Herbarium Truxillense (HUT), Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

Ferreyra, R. 1983. Los tipos de vegetación de la costa peruana. *Anales Jard. Bot. Madrid* 40(1)241-256.

Gálvez, C. & M. A. Runcio. 2010. Iconografía, arquitectura y uso del espacio en Chan Chan: El caso de los recintos ceremoniales del Nik An – sector norte. Arkinka 171: 88-95.

Gómez, A.; M. Fernández; A. Ramírez; L. Pollack & H. Castillo. 2003. Diversidad y factores abióticos de los humedales del Complejo Arqueológico Chan-Chan, 2003. SCIENDO. 6(1-2): 1-14.

Horkheimer, H. 2004. Alimentación y obtención de alimentos en el Perú prehispánico. 2da. Edic. Castellano. Instituto Nacional de Cultura el Perú, Perú.

Humedales de la Costa Peruana (HCP). 2010. Documento base para la elaboración de una estrategia de conservación de los Humedales de la costa peruana. ProNaturaleza, Lima, Perú.

León, B.; A. Cano & K. Young. 1995. La Flora Vascular de los Pantanos de Villa, Lima, Perú: Adiciones y Guía para las especies comunes, Serie Botánica. Publ. Mus. Hist. Nat. Universidad Nacional Mayor de San Marcos (B). 38: 1-39.

Macbride, F. 1936-1971. Flora of Peru. Vol. XIII. Parte I y siguientes. Field Museum of Natural History, Chicago, USA.

Mostacero, J.; F. Mejía & F. Peláez. 1996. Fitogeografía del Norte del Perú. CONCYTEC. Lima-Perú.

Mostacero, J.; F. Mejía, W. Zelada & C. Medina. 2007. Biogeografía del Perú. Asamblea Nacional de Rectores (ANR). Talleres Gráficos del Instituto Pacifico S.A.C., Lima-Perú.

Municipalidad Provincial de Trujillo. 2002a. Geología de Trujillo y Alrededores. II. La Naturaleza. En Atlas Ambiental de la Ciudad de Trujillo. Edit. Talleres Gráficos de Quebecor World Perú S.A. Lima, Perú. Pág. 12-13.

Municipalidad Provincial de Trujillo. 2002b. Geomorfología de suelos. II. La Naturaleza. En Atlas Ambiental de la Ciudad de Trujillo. Edit. Talleres Gráficos de Quebecor World Perú S.A. Lima, Perú. Pág. 14-15.

Municipalidad Provincial de Trujillo. 2002c. Altas culturas: Cultura Chimú, Chan Chan: Ciudad Imperial. III. Espacio y Tiempo. En Atlas Ambiental de la Ciudad de Trujillo. Edit. Talleres Gráficos de Quebecor World Perú S.A. Lima, Perú. Págs. 56-57.

ONERN. 1976. Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa. República del Perú. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.

P.E.C.A. Chan Chan. 2013. Proyecto Especial Complejo Arqueológico Chan Chan. Disponible en: http://chanchan.gob.pe/chan-chan/historia/. Acceso: 03 de noviembre del 2013.

Rodríguez, E.; M. Mora & W. Aguilar. 1996. Inventario Florístico de El Algarrobal de Moro (Provincia de Chepén, Departamento de La Libertad) y su importancia económica. REBIOL. 16(1-2): 57-65.

Rodríguez, E. & R. Rojas. 2006. El Herbario: Administración y Manejo de Colecciones Botánicas. 2da. Edic. Edit. por R. Vásquez M., Missouri Botanical Garden, St. Louis, U.S.A.

Rodríguez, E.; R. Bussmann; S. Arroyo; E. López & J. Briceño. 2007. *Capparis scabrida* (Capparaceae) una especie del Perú y Ecuador que necesita planes de conservación urgente. Arnaldoa 14(2):269-282.

Rodríguez, E. & M. Mora. 2012. Inventario Florístico de Huaca de la Luna, Trujillo, Perú. Arnaldoa 19(2): 177-188.

Rodríguez, E.; J. Briceño; B. Billman; A. Boswell; M. Morillo; K. Monzón; K. Burgos; L. Bernabé; C. Ramírez; & J. Luján. 2012a. Avances en el estudio de la flora de Collambay (Simbal, Trujillo, La Libertad, Perú) y la descripción de una especie nueva de *Ipomoea* (Convolvulaceae). Libro de Resúmenes del XIV Congreso Nacional de Botánica – I Congreso Internacional de Salud Ambiental, Trujillo – Perú, 9-12 octubre 2012. Págs. 290-291.

Rodríguez, E.; V. Liza; B. Martínez; L. Pollack; S. Leiva; M. Zapata & M. Mora. 2012b. Loma El Cerro Campana, patrimonio natural y cultural de la región La Libertad. Pueblo Continente 23(2): 330-336. ISSN 1991-5837.

Rodríguez, E.; M. Mora; K. Monzón; B. Martínez; V. Liza & L. Bernabé. 2013. Inventario Florístico del espectacular Complejo Arqueológico de Chan Chan. Disponible en: http://ericrodriguezr.blogspot.com/2013/08/inventario-floristico-del-complejo.hhtm. Acceso: 03 de noviembre del 2013.

Rostworowski de Diez Canseco, M. 1981. Recursos naturales renovables y pesca: Siglos XVI y XVII. Instituto de Estudios Peruanos, Lima.

Sagástegui, A. 1976. Fitogeografía General y del Perú. Cuarta Edición. Talleres Gráficos de la Universidad

Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

Sagástegui, A. & S. Leiva. 1993. Flora invasora de los cultivos del Perú. Edit. Libertad. Trujillo, Perú.

Sagástegui, A. ined. Informe: Manual de la Flora del Complejo Arqueológico Chan Chan. Trujillo, Perú.

Secretaría de la Convención de Ramsar (SCR). 2010. Inventario de humedales: Marco de Ramsar para el inventario y la descripción de las características ecológicas de los humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 15. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

Thiers, B. 2013. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponible en: http://sweetgum.nybg.org/ih/. Acceso: 13 setiembre 2013.

Tosi, J. 1960. Zonas de Vida Natural en el Perú. IICA-OEA.

Towle, M. 1961. The Ethnobotany of Pre-Columbian Peru. Viking Fund Publication in Antropology N° 30. Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research, Inc. New York, USA.

Tropicos. 2013. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Disponible en: http://www.tropicos.org. Acceso: 25 de noviembre del 2013.

Weigend, M. 2002. Observations on the Biogeography of the Amotape-Huancabamba Zone in Northern Peru. *In:* K. Young *et al.,* Plant Evolution and Endemism in Andean South America. Bot. Review 68(1): 38–54.

ANEXO



Fig. 4. A-C. Vegetación macrotérmica-xerofítica. A. Algarrobales: *Prosopis pallida* (Fabaceae) "algarrobo"; B. Espinales: *Acacia macracantha* (Fabaceae) "espino"; C. Sapotales: *Colicodendron scabridum* (Capparaceae) "sapote" (Foto: E. Rodríguez R., 1998); D. Matorrales: *Cryptocarpus pyriformis* (Nyctaginaceae) "chope"; E. Gramadales (contorneando a los juncales): *Distichlis spicata* (Poaceae) "grama salada". Fotos: E. Rodríguez R. (2013), excepto B por M. Mora C. (2013).

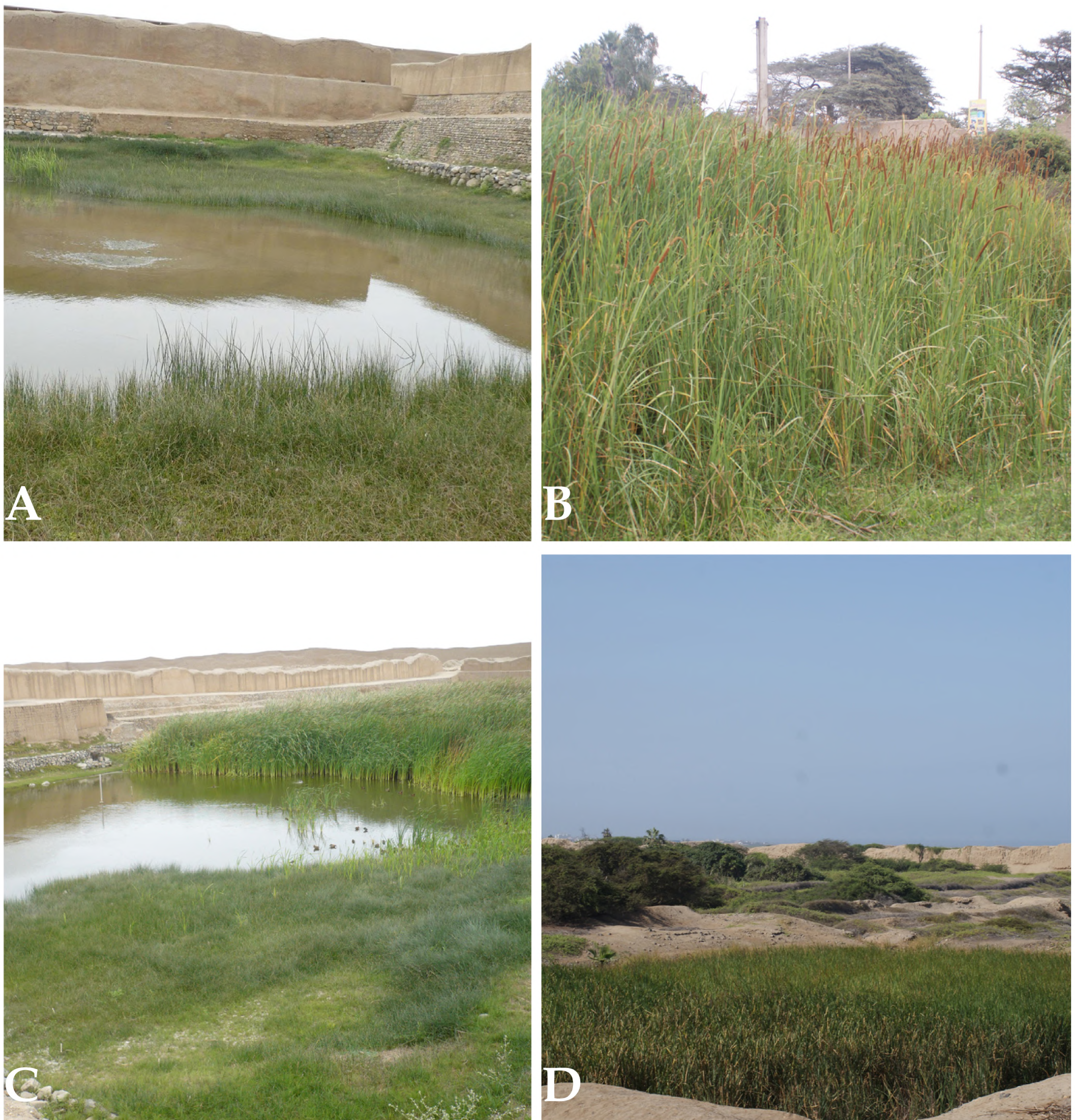


Fig. 5. A. Vega de ciperáceas o juncales en Nik An: *Scirpus americanus* (Cyperaceae); B-D. Tifales: *Typha angustifolia* "tifa", "enea", "inea" (Typhaceae). B. Alrededores del C.A. Chan Chan, C. Humedal (Wachaque) principal Nik An, D. Humedal Huamanchumo. Fotos: E. Rodríguez R. (2013), excepto B por M. Mora C. (2013).

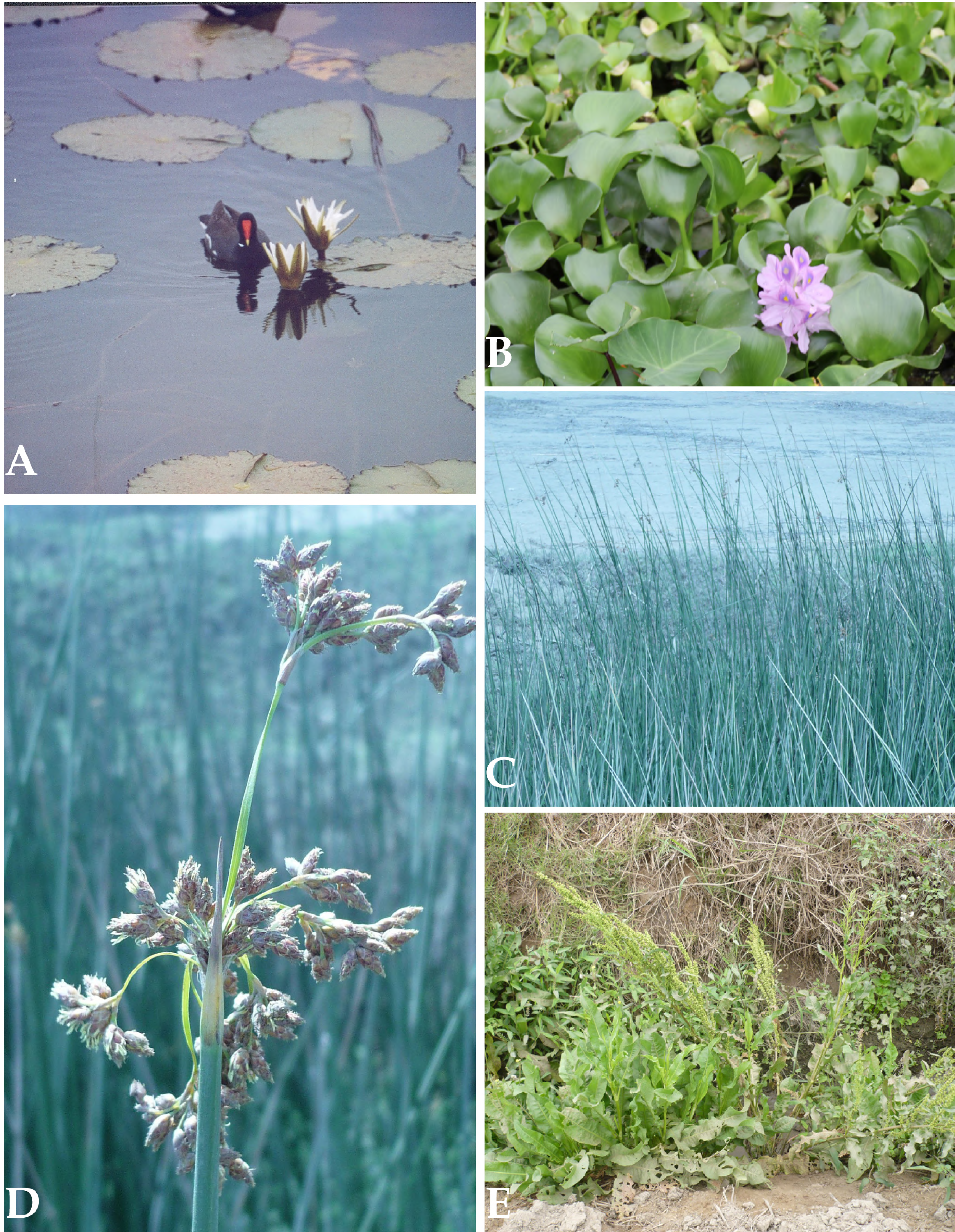


Fig. 6. A-B. Comunidades acuáticas. A. *Nymphaea pulchella* (Nymphaeaceae) "ninfa acuática", B. *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) "jacinto de agua"; C-D. Totorales: *Scirpus californicus* subsp. *tatora* (Cyperaceae) (E. Rodríguez R., 1998); E. Comunidades del borde de los humedales. Fotos: E. Rodríguez R. (2013), excepto A por L. Pollack V. (2002).

Arnaldoa 22 (1): 139 - 154, 2015 ISSN: 1815-8242

Composición y diversidad arbórea en un área del bosque Chinchiquilla, San Ignacio – Cajamarca, Perú

Tree species composition and diversity in an area of Chinchiquilla forest, San Ignacio-Cajamarca, Peru



Genaro Peña Surita
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. surip_g9@hotmail.com
Elí Pariente Mondragón
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
elipariente@yahoo.es

Resumen

Se estudió la composición y diversidad florística de un área del bosque Chinchiquilla, a través de un plot de 1 hectárea, establecida a una altitud de 2150 msnm en un área sin intervención dentro de un bosque de neblina Chinchiquilla, localizado en la región Cajamarca, distrito y provincia de San Ignacio en el caserío Chinchiquilla, ubicado en las coordenadas UTM 0721378 Este y 9419467 Norte. Se registró un total de 308 individuos distribuidos en 31 familias, 30 géneros y 39 especies. El cociente de mezcla es de 0.13, este valor es inferior a estudios realizados en ecosistemas similares realizados en Oxapampa y Chanchamayo, pero similar a estudios realizados en el bosque Huamantanga Jaén. El DAP promedio fue 25.20 cm y el DAP máximo fue 117.8 cm perteneciente a la especie *Prumnupitys harmsiana* (Pilg.) de Lau. Entre las especies con mayor índice de valor de importancia se tiene *Prumnupitys harmsiana* (Pilg.) de Lau., *Podocarpus glomeratus* D. Don, *Cinchona* sp. 1, *Cecropia* sp. 1 y *Endlicheria* sp. 2 y las familias con mayor IVIF en orden descendente fueron Podocarpaceae, Lauraceae, Rubiaceae, Melastomataceae y Clusiaceae. Por el alto valor ecológico reportado en este estudio, el bosque de Chinchiquilla se considera como un ecosistema de especial interés que debe ser conservado.

Palabras clave: Bosque de neblina, diversidad, composición arbórea, diámetro a la altura del pecho (DAP).

Abstract

Floristic composition and diversity of a forest area Chinchiquilla was studied through a 1hectare plot, set at an altitude of 2150 msnm in an area without intervention within a Chinchiquilla cloud forest , located in the Cajamarca region , district and province of San Ignacio in the Chinchiquilla hamlet, located at UTM coordinates 9419467 0721378 East and North . A total of 308 individuals distributed in 31 families, 30 genera and 39 species were recorded. The mixing ratio is 0.13, this value is lower than studies conducted in similar ecosystems and Chanchamayo Oxapampa, but similar to studies in Jaén Huamantanga forest. The DAP average was 25.20 cm and maximum DAP was 117.8 cm belonging to the species *Prumnupitys harmsiana* (Pilg.) de Lau. Among the species with the highest importance value has *Prumnupitys harmsiana* (Pilg.) de Lau., *Podocarpus glomeratus* D. Don, *Cinchona* sp. 1 *Cecropia* sp. 1 and *Endlicheria* sp. 2 and more families IVIF in descending order were Podocarpaceae, Lauraceae, Rubiaceae, Melastomataceae and Clusiaceae. For the high ecological value reported in this study, Chinchiquilla forest ecosystem is considered a special interest that should be preserved.

Keywords: Forest of fog, diversity , tree composition , diameter at breast height (DAP)

Introducción

El Perú es un país mega diverso Sandy *et al.* (2007), lo que permite contar con una amplia diversidad de flora y fauna silvestre en sus diferentes ecosistemas; dentro de los cuales tenemos a los bosques nublados que tienen gran importancia ecológica, por constituirse en los principales centros de reserva de agua para la formación de arroyos, quebradas y ríos, que son la fuente principal para el desarrollo de la actividad antrópica en las partes bajas de las cuencas. Sin embargo, en la actualidad, el crecimiento de la población, el avance de la agricultura, la ganadería y sobre uso de los recursos naturales vegetales para la satisfacción de las necesidades básicas que el hombre requiere para su supervivencia, constituye una gran amenaza, así, cientos de hectáreas se han deforestado, y con ello se han extinguido especies, sin haberlas registrado ni haber conocido su verdadero potencial.

Sagástegui *et al.* (2003) sostienen, que

los bosques del Norte del Perú presentan una alta diversidad florística y un elevado número de especies endémicas, sin embargo, es muy poco conocida y numerosas especies se continúan descubriendo y además la investigación sobre la composición y diversidad arbórea en los bosques de neblina es escasa en relación a su magnitud.

Considerando la importancia que tienen estos bosques para las comunidades asentadas en este lugar y las comunidades vecinas, se ha realizado la investigación utilizando el Método de la parcela de una hectárea (PLOT), este método, provee una muestra estandarizada del análisis de datos de estructura y composición de un bosque y ha sido usado por varios años (Phillips & Baker, 2002; Dallmeier, 1992).

Esta investigación se hizo para conocer la composición y diversidad arbórea del bosque Chinchiquilla, en el distrito y Provincia de San Ignacio, región Cajamarca; cuya información sirva de base para diseñar estrategias de conservación.

El trabajo consistió en la medición, enumeración, colección e identificación botánica de todos los individuos arbóreos con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayores o iguales a 10 cm en un área de una hectárea.

Material y métodos

Ámbito de estudio

La presente investigación se realizó en una área de 1 ha, denominado PLOT CCH, se encuentra ubicada en la zona de vida bosque muy húmedo-Montano Bajo Tropical (bmh-MBT), dentro del bosque de neblina de Chinchiquilla, perteneciente al distrito y provincia de San Ignacio, región Cajamarca. Esta área se encuentra a una altitud de 2150 msnm con coordenadas UTM referenciales de 0721378 Este y 9419467 Norte (Fig. 1).

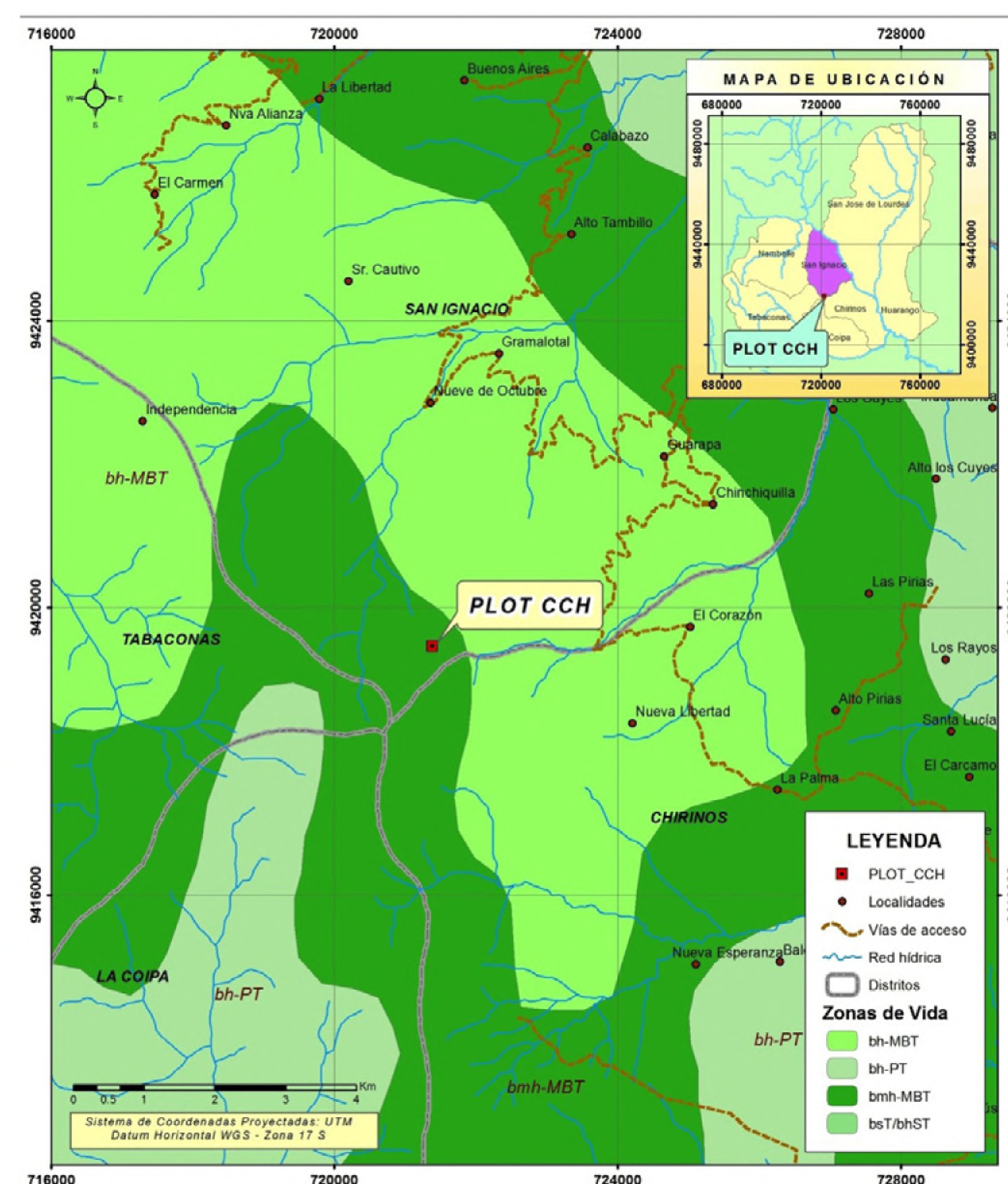


Fig. 1. Mapa de ubicación y localización.

Aspectos ecológicos

Este bosque se caracteriza por presentar suelos muy ácidos de textura variada con abundante materia orgánica (7.81%) y con pendientes muy pronunciadas que oscilan entre los 30-40% (OIKOSlab, 2013). Según la base de datos ZEE de la región Cajamarca (2011); Sánchez (2011), en cuanto al clima, los parámetros de temperatura y precipitación están dentro de los siguientes valores: la temperatura va desde los 12º C hasta los 17º C, la precipitación anual oscila entre 1900 mm y 3800 mm y la humedad relativa media es de 85 %.

Métodos

El establecimiento del Plot de 01 hectárea permanente ubicado a 2150 msnm, se realizó según metodología de Phillips & Baker (2002). El área de estudio corresponde a una zona boscosa sin intervención antrópica, donde se determinó el primer vértice (P1) del Plot en investigación, luego con la ayuda de una brújula se definió el rumbo N58°E y/o azimut 58° a seguir en el trazado de la parcela permanente formando un cuadrado de 100 m x 100 m (1 hectárea). Los cuatro vértices del Plot se delimitaron mediante estacas (1.50 m) permanentes pintados con esmalte sintético y cintas marcadoras. El plot, se dividió en 25 subplots cuadrados de 20 m x 20 m (Fig. 2), cada una con un área de 400 m^2.

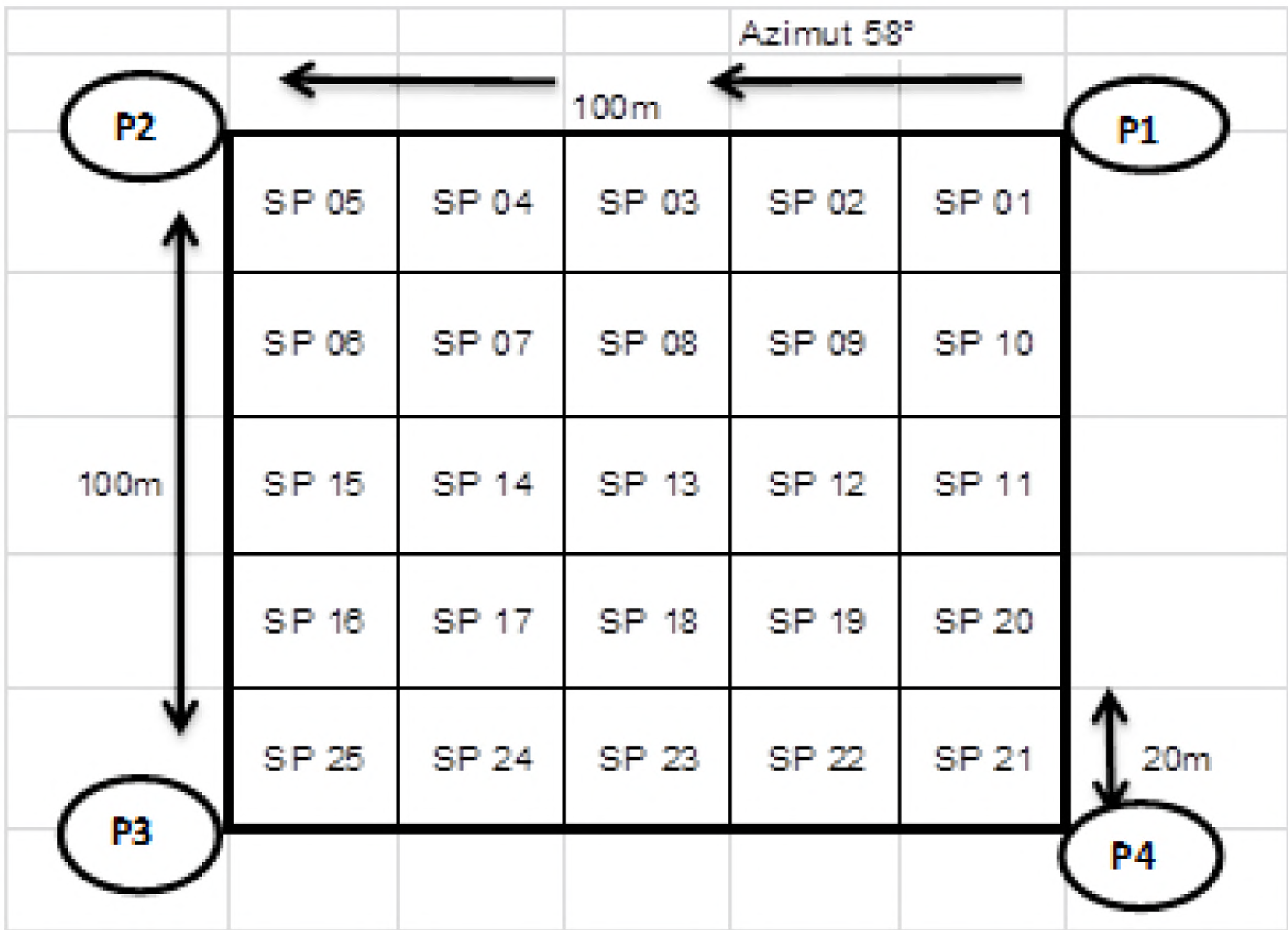


Fig. 2. Croquis de la numeración de los subplots.

Para el manejo ordenado de datos se codificó todos los árboles mayores de ≥ 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) dentro del Plot de estudio, se utilizó esmalte sintético para hacer esta codificación sirviendo además esto código para la colección botánica; este código consta de tres pares de dígitos, por ejemplo, el código 01-10-01, se hace la lectura de izquierda a derecha, el primer digito indica el número de Plot (PLOT CCH), el segundo identifica el número de subplots dentro del Plot (subplot 10) y el tercero identifica el número del árbol (Individuo 01) de manera sucesiva, para su monitoreo a largo plazo. Asimismo, se registró observaciones morfológicas, tales como coloración de corteza, presencia o ausencia de secreciones, olores propios resaltantes, colores de estructuras reproductivas, entre otros.

Para la colección de las muestras botánicas de los árboles dentro del PLOT

CCH se empleó la metodología de Rodríguez & Rojas, 2002. Se realizaron colectas de muestras botánicas con un mínimo de tres muestras por cada espécimen, luego fueron prensados en papel periódico, donde se anotó el código de cada espécimen, luego se preservaron con una solución formaldehido 50 % de agua y 50 % de alcohol de 96º se depositaron en bolsas de polietileno para ser enviadas al herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNALM (Herbario MOL) donde fueron secados y ordenados para su identificación taxonómica.

La identificación botánica se realizó con apoyo del Dr. Carlos Reynel, docente de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú. Concluido el trabajo de identificación botánica, los especímenes fueron correctamente montados, y una copia de cada uno fue depositada en el Herbario MOL de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Adicionalmente se procedió a elaborar una base de datos con todos los individuos registrados para su respectivo análisis, teniendo como parámetros a analizar (Antón & Reynel, 2004):

- Variables vinculadas a la diversidad: Número de individuos por ha, número de familias, número de especies.

- Variables vinculadas a la composición florística: Familias y géneros más abundantes.

- Variables estructurales: Área basal (m^2), altura total (m), altura comercial (m).

- Variables vinculadas a la distribución espacial: Densidad, Frecuencia y Dominancia de total de especies. Con estos tres datos se obtuvo el Índice de Valor de Importancia (IVI) y el Índice de Valor de Importancia por Familia (IVIF) del total de especies.

Adicionalmente se Calcularon los índices de diversidad alfa: Riqueza específica (S), índice de diversidad de Margalef, índice de dominancia de Simpson, índice de dominancia de Berger-Parker y el Índice de equidad de Shannon-Wiener.

Para el análisis de los datos, tales como las áreas basales, frecuencias absolutas, dominancias, IVI, IVIF y otros cálculos se hicieron directamente del software EXCEL 2010. Para el cálculo de los índices de diversidad, se utilizó el software PAST. Para la elaboración del mapa de ubicación de la parcela se utilizó el software Autocad 2008 y ArcGIS 9.3.1.

Resultados y discusión

Diversidad y composición Florística

El número total de individuos con DAP ≥ 10 cm encontrados en el PLOT CCH fue de 308 árboles distribuidos en 21 familias, 31 géneros botánicos y 39 especies. Su coeficiente de mezcla fue 0.13. En lo que respecta a Curva especie-área, esta investigación muestra una tendencia a la inflexión a partir del subplot 16 (Fig. 3), de allí en adelante, los incrementos en número de especies por cada subplot son menores al 1 %, lo que indica, que en adelante el número de especies no aumentara significativamente, aunque aumente el tamaño de los subplots (Melo & Vargas, 2001).

La familias con mayor número de individuos en orden ascendente son Urticaceae con 26 individuos (8.44 %), Podocarpaceae con 30 individuos (9.74 %), Melastomataceae 36 individuos (11.69 %), Rubiaceae con 41 individuos (13.31 %), Lauraceae con 49 individuos, (15.91 %) (Fig. 4). Entre los géneros con mayor número de individuos en orden ascendente son *Guatteria* con 19 individuos (6.33 %),

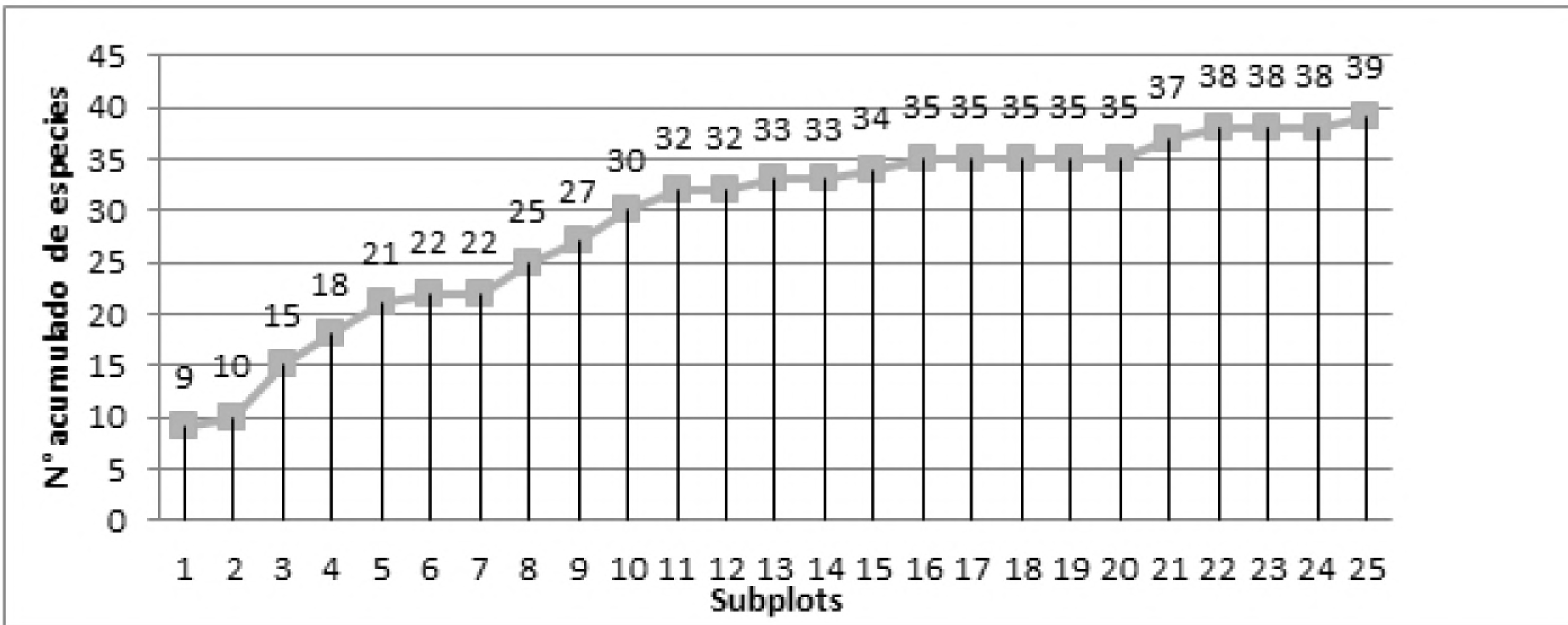


Fig. 3. Curva especie-área

Podocarpus con 23 individuos (7.17 %), *Cecropia* con 26 individuos (8.67 %), *Cinchona* con 31 individuos (10.33 %) y *Endlicheria* con 35 individuos (11.67 %) (Fig. 5). Las especies más abundantes en orden ascendente son: *Guantteria glauca* con 19 individuos (6.17 %), *Endlicheria* sp. 2 con 21 individuos, (6.82 %), *Podocarpus glomeratus* con 23 individuos, (7.47 %), *Cecropia* sp. 1 con 26 individuos, (8.44 %) y *Cinchona* sp. 1 con 31 individuos, (10 06 %).

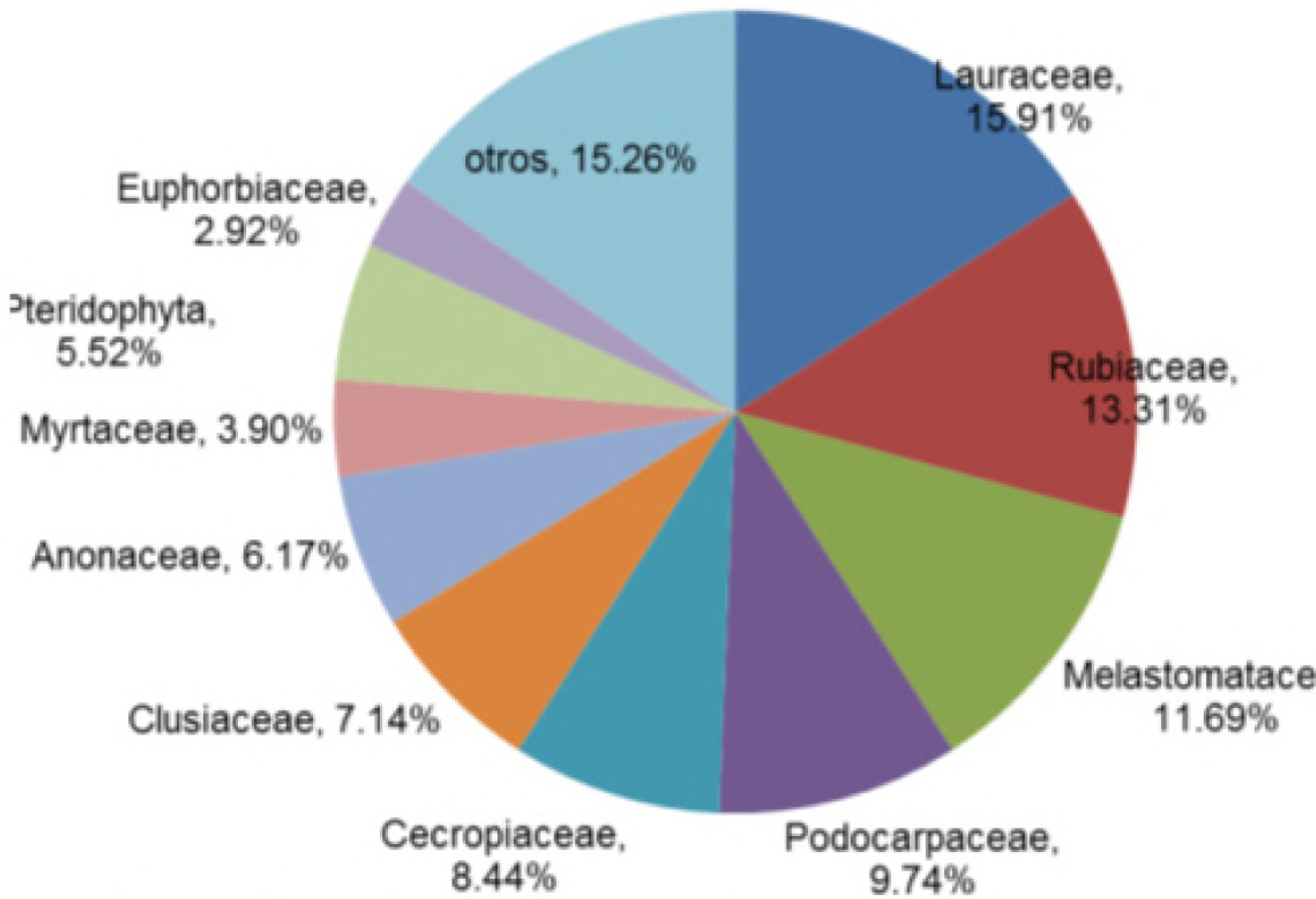


Fig. 4. Familias más abundantes.

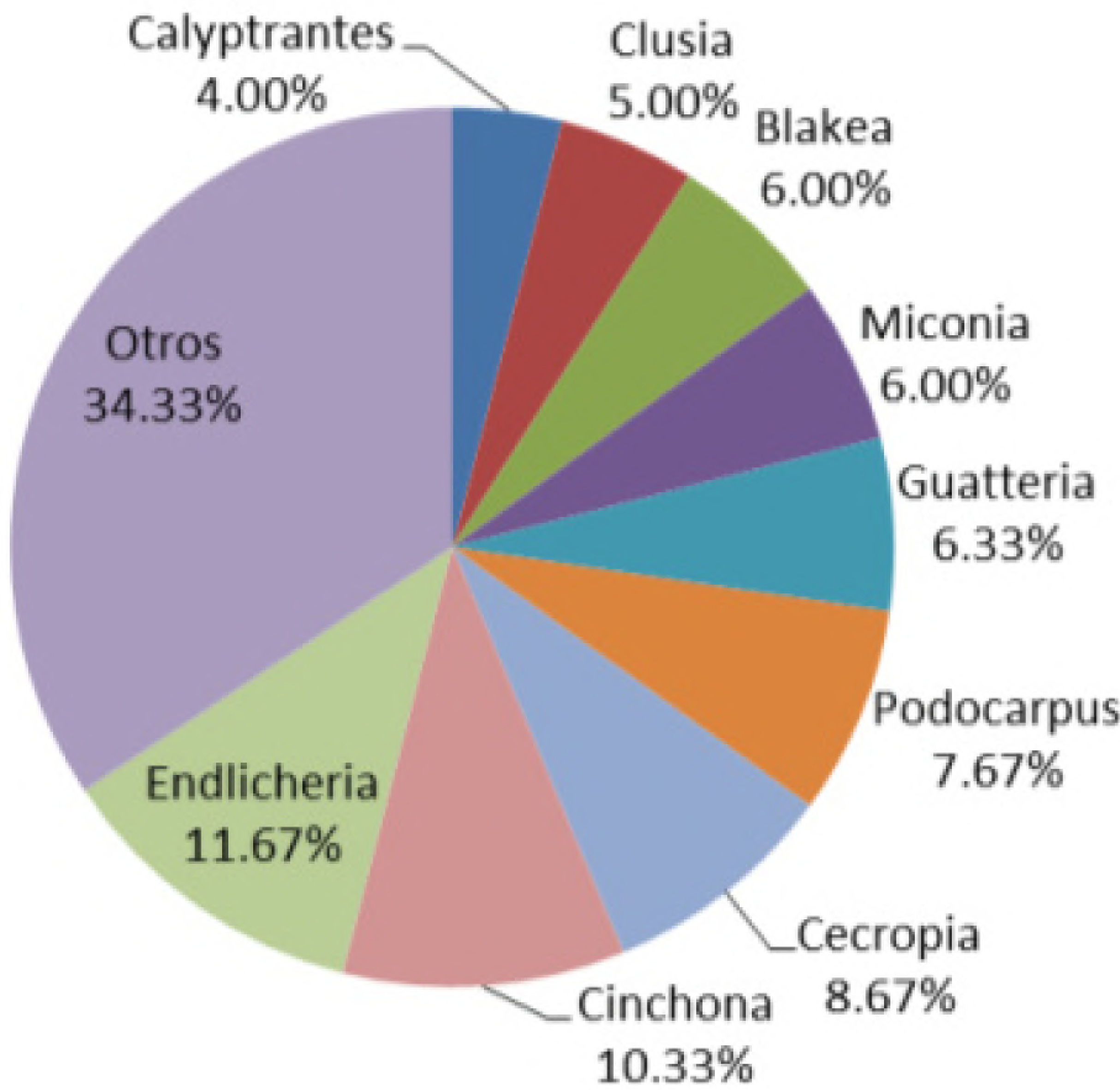


Fig. 5. Géneros más abundantes.

El número de individuos, número de especies, número de géneros y número de familias del PLOT CCH es bajo en comparación a otros estudios realizados en ecosistemas similares estudiados y presentados por Gómez (2000), Antón & Reynel (2004), Reynel & Honorio (2004), Dilas (2008) y Pérez (2011). Posiblemente se debe a factores climáticos (bajas temperaturas, precipitación), nutrientes del suelo o factores fisiológicos ya que las familias dominantes son: Podocarpaceae, Lauraceae, Rubiaceae, estas familias tienen especies de buen crecimiento y desarrollo cuando llegan a su madurez. Respecto al cociente de mezcla encontrado en el PLOT CCH es de 0.13, el cual es similar a estudios realizados por Dilas (2008) y Pérez (2011) en el bosque Huamantanga – Jaén. Pero, es bajo en comparación de estudios realizados por Gómez (2000) en Oxapampa, Antón & Reynel (2004), Reynel & Honorio (2004) en Chanchamayo (cuadro 1), quienes encontraron más especies en relación a individuos censados.

Cuadro 1. Comparación de número de especies, géneros, familias, individuos y coeficientes de especies en parcelas estudiadas en (bmh – MBT) y (BN).

PARCELAS	ALTITUD msnm	Nº IND.	Nº ESP.	Nº GEN.	N° FAM.	C M	AUTORES
San Alberto (Oxapampa)	2500	574	156	72	35	0.23	Gómez (2000)
P-PR (Chanchamayo)	2275	530	118	83	39	0.22	Antón & Reynel (2004)
P-PL (Chanchamayo)	2100	694	147	82	42	0.21	Reynel & Honorio (2004)
P1 -SLNR (Jaén)	2170	792	81	48	32	0.10	Dilas (2008)
P-BH1 (Jaén)	2168	793	87	49	33	0.11	Pérez (2011)
P-BH2 (Jaén)	2543	591	108	43	25	0.18	Pérez (2011)
P-CCH (San Ignacio)	2150	308	39	31	21	0.13	**Este estudio**

Bmh – MBT= Bosque muy húmedo - Montano Bajo Tropical, BN= Bosque Nublado, P-PR= Plot Pichita-Ribera, P-PL= Plot Pichita- Ladera, P1 - SLNR= Plot 1 San Luis de Nuevo Retiro, P-BH1= Plot - Bosque Huamantanga tipo 1, P-BH2= Plot-Bosque Huamantanga tipo 2, P- CCH = PLOT Chinchiquilla.

Estructura y distribución espacial

El diámetro promedio para el Plot en estudio es 25.20 cm con una desviación estándar de 0.18, el diámetro máximo fue de 117.8 cm en un total de 308 árboles censados; los diámetros más altos son de especies que pertenecen a la familia podocarpaceae. El área basal total es 23.23 m^2 y el área basal promedio de 0. 075 m^2 con desviación estándar 0.15; el área basal promedio calculada en este estudio es alto, esto se debe a una buena presencia de árboles con DAP mayores a 20 cm que representan un 45.78 % del total de individuos censados.

Las clases de altura total con mayor cantidad de individuos corresponden a los intervalos 10 m - 15 m con 134 individuos y 15 m - 20 m con 93 individuos. Los árboles más altos tienen más de 20 m y representa un 12 % del total, las especies con mayor altura son *Prumnupitys harmsiana,*

Podocarpus glomeratus, Alchornea, Cinchona sp. 1, *Endlicheria* sp. 1, *Endlicheria* sp. 2.

El diámetro promedio y el área basal promedio del PLOT CCH son altos en comparación a otros estudios realizados en ecosistemas similares presentados por Gómez (2000), Antón & Reynel (2004), Reynel & Honorio (2004), Dilas (2008) y Pérez (2011) (cuadro 2). Esto se debe, a la dominancia de especies que pertenecen a las familias Podocarpaceae, Lauraceae y Rubiaceae quienes están formados por especies que tienen buen crecimiento y desarrollo cuando alcanzan su madurez.

Cuadro 2. Comparación de diámetro promedio y área basal promedio y altura total promedio en parcelas estudiadas en (bmh – MBT) y (BN).

PARCELA	ALTITUD msnm	Nº IND.	Nº ESP.	Nº GEN.	N° FAM.	DAP(cm) promedio	AB (m^2) promedio	Referencia
San Alberto (Oxapampa)	2500	574	156	72	35	22.16	0.039	Gómez (2000)
P-PR (Chanchamayo)	2275	530	118	83	39	19	0.036	Antón & Reynel (2004)
P-PL (Chanchamayo)	2100	694	147	82	42	21	0.047	Reynel & Honorio (2004)
P1-SLNR (Jaén)	2170	792	81	48	32	19.64	0.037	Dilas (2008)
P-BH1 (Jaén)	2168	793	87	49	33	19.72	0.038	Pérez (2011)
P-BH2 (Jaén)	2543	591	108	43	25	16.44	0.024	Pérez (2011)
P-CCH (San Ignacio)	2150	321	39	31	21	25.20	0.075	**Este estudio**

bmh – MBT= Bosque muy húmedo - Montano Bajo Tropical, BN= Bosque Nublado, P - PR= Plot Pichita - Ribera, P - PL= Plot Pichita - Ladera, P1 - SLNR= Plot 1 San Luis de Nuevo Retiro, P-BH1= Plot - Bosque Huamantanga tipo 1, P-BH2= Plot - Bosque Huamantanga tipo 2, P- CCH = PLOT Chinchiquilla.

Índice de valor de importancia (IVI)

Después de haber analizado las variables de densidad (abundancia), frecuencia (ocurrencia) y dominancia; se hizo el cálculo del Índice de valor de importancia (IVI). Este análisis se hizo con la finalidad de ver el valor de importancia que tiene cada especie dentro del bosque. Las especies con mayor IVI en orden descendente son *Prumnupitys harmsiana* (27.99), *Podocarpus glomeratus* (26.13), *Cinchona* sp. 1 (23.55), *Cecropia* sp. 1 (20.19) y *Endlicheria* sp. 2 (17.13) (Cuadro 3), de estas especies las dos especies con mayor densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa son especies que pertenecen a las familias Podocarpaceae. Mientras que en otras investigaciones realizadas por Dilas (2008) y Pérez (2011) (cuadro 4), las dos especies con mayor IVI pertenecen a la familia Pteridophyta y Melastomataceae para la misma zona de vida.

Cuadro 3. Índice de valor de importancia (IVI) para el total de especies encontradas en el PLOT CCH. N° IND. (Número de individuos), N° OCU. (Número de ocurrencias), FREC. ABS. (Frecuencia Absoluta), A.B. (Área basal), DENS. REL. (Densidad relativa), FREC. REL. (Frecuencia relativa), DOM. REL. (Dominancia relativa), IVI (Índice de Valor de Importancia).

N°	FAMILIA	GÉNERO-ESPECIE	N° IND.	N° ACU.	FREC. ABS.	A.B (m^2)	DENS. REL	FREC. REL.	DOM. REL	IVI
1	Podocarpaceae	***Prumnupitys harmsiana*** (Pilg.) de Lau.	7	7	0.28	5.22	2.27	3.26	22.46	27.99
2	Podocarpaceae	***Podocarpus glomeratus*** D. Don	23	16	0.64	2.61	7.47	7.44	11.22	26.13
3	Rubiaceae	***Cinchona*** sp. 1	31	15	0.6	1.51	10.06	6.98	6.51	23.55
4	Urticaceae	***Cecropia*** sp. 1	26	15	0.6	1.11	8.44	6.98	4.77	20.19
5	Lauraceae	***Endlicheria*** sp. 2	21	15	0.6	0.77	6.82	6.98	3.32	17.12
6	Anonaceae	***Guatteria glauca*** Ruiz & Pav.	19	8	0.32	0.88	6.17	3.72	3.79	13.68
7	Melastomataceae	***Blakea*** aff. ***mexia*** Gleason	18	12	0.48	0.51	5.84	5.58	2.18	13.60
8	Lauraceae	***Endlicheria*** sp. 1	14	12	0.48	0.58	4.55	5.58	2.52	12.64
9	Clusiaceae	***Clusia*** sp. 1	7	5	0.2	1.40	2.27	2.33	6.00	10.60
10	Moracea	***Ficus trigona*** L. f.	3	3	0.12	1.74	0.97	1.40	7.50	9.87
11	Rubiaceae	***Psychotria*** sp. 1	10	5	0.2	0.87	3.25	2.33	3.76	9.34
12	Euphorbiaceae	***Alchornea pearcei*** Britton.	7	5	0.2	0.87	2.27	2.33	3.73	8.33
13	Pteridophyta	***Dicksonia sellowiana*** Hook.	10	6	0.24	0.28	3.25	2.79	1.22	7.26
14	Melastomataceae	***Miconia barbeyana*** Cogn. cf.	10	7	0.28	0.33	3.25	3.26	1.43	7.94
15	Myrtaceae	***Calyptrantes maxima*** Mc Vaugh cf.	8	8	0.32	0.28	2.60	3.72	1.22	7.53
16	Clusiaceae	***Vismia*** aff. ***buchtienii*** Ewan	7	7	0.28	0.37	2.27	3.26	1.60	7.13
17	Lauraceae	***Aniba*** sp. 1	10	4	0.16	0.31	3.25	1.86	1.33	6.44
18	Clusiaceae	***Clusia alata*** Planch. & Triana	8	6	0.24	0.24	2.60	2.79	1.04	6.43
19	Asteraceae	***Cyrtocymura scorpioides*** (Lam.) H. Rob.	6	6	0.24	0.28	1.95	2.79	1.18	5.92
20	Myrsinaceae	***Stylogyne caulilfora*** (Mart. & Miq.) Mez	4	1	0.04	0.93	1.30	0.47	4.02	5.78
21	Pteridophyta	***Cyathea*** sp. 1	4	4	0.16	0.08	1.30	1.86	0.34	3.50
22	Juglandaceae	***Juglans neotropica*** Diels	5	4	0.16	0.38	1.62	1.86	1.62	5.11
23	Chloranthaceae	***Hedyosmum goudotianum*** Solms	5	5	0.2	0.17	1.62	2.33	0.71	4.66
24	Piperaceae	***Piper*** aff. ***obliquum*** Ruiz & Pav.	5	5	0.2	0.08	1.62	2.33	0.35	4.30
25	Melastomataceae	***Miconia calvescens*** DC.	4	3	0.12	0.35	1.30	1.40	1.49	4.19
26	Araliaceae	*Schefflera* sp. 1	3	3	0.12	0.40	0.97	1.40	1.72	4.09
27	Malvaceae	***Ceiba insignis*** (Kunth) P. E. Gibbs & Semir cf.	5	3	0.12	0.18	1.62	1.40	0.79	3.80

28	Lauraceae	***Ocotea*** **sp. 1**	4	4	0.16	0.11	1.30	1.86	0.47	3.63
29	Flacourtiaceae	***Hasseltia floribunda*** Kunth	4	3	0.12	0.06	1.30	1.40	0.26	2.95
30	Melastomataceae	***Miconia calophylla*** (D. Don) Triana	4	3	0.12	0.05	1.30	1.40	0.21	2.90
31	Myrtaceae	***Calyptrantes*** aff. ***speciosa*** Sagot	3	3	0.12	0.07	0.97	1.40	0.28	2.65
32	Pteridophyta	***Alsophila cuspidata*** (Kunze) D. S. Conant, Vel aff.	3	3	0.12	0.05	0.97	1.40	0.20	2.56
33	Euphorbiaceae	***Alchornea brittonii*** Secco	2	2	0.08	0.05	0.65	0.93	0.20	1.78
34	Flacourtiaceae	***Casearia*** sp. 1	2	2	0.08	0.03	0.65	0.93	0.13	1.71
35	Fabaceae	***Inga*** sp. 1	2	1	0.04	0.02	0.65	0.47	0.10	1.22
36	Fabaceae	***Inga*** sp. 2	1	1	0.04	0.04	0.32	0.47	0.16	0.95
37	Cunoniaceae	***Weinmannia lentiscifolia*** C. Presl	1	1	0.04	0.02	0.32	0.47	0.07	0.86
38	Myrsinaceae	***Geissanthus*** sp. 1	1	1	0.04	0.02	0.32	0.47	0.07	0.86
39	Myrtaceae	***Calyptrantes*** sp. 1	1	1	0.04	0.01	0.32	0.47	0.05	0.84
TOTAL					806	23.23	100.000	100.00	100.00	300

Cuadro 4. Comparación de 10 especies con mayor IVI, en parcelas estudiadas en (bmh – MBT) y (BN).

PARCELA	ALTITUD msnm	Nº IND.	Nº ESP.	Nº GEN.	Nº FAM.	C M	AUTORES
San Alberto (Oxapampa)	2500	574	156	72	35	0.23	Gómez (2000)
P-PR (Chanchamayo)	2275	530	118	83	39	0.22	Antón & Reynel (2004)
P-PL (Chanchamayo)	2100	694	147	82	42	0.21	Reynel & Honorio (2004)
P1 -SLNR (Jaén)	2170	792	81	48	32	0.10	Dilas (2008)
P-BH1 (Jaén)	2168	793	87	49	33	0.11	Pérez (2011)
P-BH2 (Jaén)	2543	591	108	43	25	0.18	Pérez (2011)
P-CCH (San Ignacio)	2150	308	39	31	21	0.13	Este estudio

Bmh – MBT= Bosque muy húmedo - Montano Bajo Tropical, BN= Bosque Nublado

Índice de valor de importancia por familia (IVIF)

Las familias con mayor IVIF en orden descendente son: Podocarpaceae (48.55), Lauraceae (33.80), Rubiaceae (28.71), Melastomataceae (27.26) y Clusiaceae (23.48) (cuadro 5). De estas familias, las tres primeras, están formados por especies que cuando alcanzan su madures, ocupan con sus copas y fustes gran parte del suelo del Plot en estudio, en cambio, en las parcelas P-BH1 y P-BH2 (Pérez, 2011) de las tres familias con mayor IVIF, su crecimiento y desarrollo es poco, en comparación al Plot en estudio, estas familias más importantes del PLOT CCH, han podido hacer que la cantidad de individuos, géneros, especies y familias sea menor en comparación a estudios realizados en ecosistemas similares investigados por Dilas (2008) y Pérez (2011), en el bosque señor de Huamantanga - Jaén.

Cuadro 5. Índice de Valor de Importancia por Familia (IVIF) en 1 ha dentro bosque Chinchiquilla (PLOT CCH).

Nº	Familia	Nº Esp.	AB (m²)	Nº Ind	DR	Do.R	D.ir	IVIF
1	Podocarpaceae	2	7.825	30	9.74	33.68	5.13	**48.55**
2	Lauraceae	4	1.774	49	15.91	7.64	10.26	**33.80**
3	Rubiaceae	2	2.386	41	13.31	10.27	5.13	**28.71**
4	Melastomataceae	4	1.234	36	11.69	5.31	10.26	**27.26**
5	Clusiaceae	3	2.009	22	7.14	8.65	7.69	23.48
6	Urticaceae	1	1.108	26	8.44	4.77	2.56	15.77
7	Pteridophyta	3	0.409	17	5.52	1.76	7.69	14.97
8	Myrtaceae	3	0.359	12	3.90	1.55	7.69	13.13
9	Anonaceae	1	0.879	19	6.17	3.78	2.56	12.52
10	Euphorbiaceae	2	0.912	9	2.92	3.93	5.13	11.98
11	Moracea	1	1.742	3	0.97	7.50	2.56	11.04
12	Myrsinaceae	2	0.949	5	1.62	4.08	5.13	10.84
13	Flacourtiaceae	2	0.089	6	1.95	0.38	5.13	7.46
14	Fabaceae	2	0.061	3	0.97	0.26	5.13	6.36
15	Juglandaceae	1	0.378	5	1.62	1.63	2.56	5.81
16	Asteraceae	1	0.275	6	1.95	1.18	2.56	5.70
17	Araliaceae	1	0.399	3	0.97	1.72	2.56	5.26
18	Malvaceae	1	0.183	5	1.62	0.79	2.56	4.98
19	Chloranthaceae	1	0.166	5	1.62	0.71	2.56	4.90
20	Piperaceae	1	0.081	5	1.62	0.35	2.56	4.54
21	Cunoniaceae	1	0.016	1	0.32	0.07	2.56	2.96
	TOTAL	**39**	**23.234**	**308**	**100**	**100**	**100**	**300**

Nº Esp: Número de especies, AB: Área basal, Nº Indiv: Número de individuos, D.R: Densidad relativa, Do.R: Dominancia relativa, Di.R: Diversidad relativa, IVIF: Índice de Valor de Importancia de la Familia.

Índices de diversidad alfa

El índice de Margalef es de 6.63, lo que indica que el área de estudio es un ecosistema de alta biodiversidad (Magurran, 1988). Pero, este valor es bajo en comparación a otros estudios realizados por Dilas (2008) y Pérez (2011), en el bosque Señor de Huamantanga de la provincia Jaén, quienes encontraron mayor número de especies en sus estudios.

El índice de sus valores, del índice de dominancia Simpson, oscilan entre 0 y 1 (Magurran, 1988), el valor 0.95 de este índice encontrado en el área de estudio es alto, debido a la dominancia de individuos que pertenecen a solo dos especies, *Prumnupitys harmsiana* (Pilg.) de Lau. y *Podocarpus glomeratus* D. Don. El alto valor de este índice, indica que la dominancia de estas especies influya en la baja diversidad arbórea del PLOT CCH, en comparación a otros estudios ejecutados en ecosistemas similares realizados en el bosque Huamantanga – Jaén.

El índice Berger-Parker del PLOT CCH instalado en el bosque Chinchiquilla, es 0.1006, este índice, adquiere valores comprendidos entre 0 y 1 (0 % y 100 %) y expresa la dominancia proporcional de las especies más abundantes (Magurran, 1988). El valor encontrado en el Plot de estudio es bajo, lo que indica que la equidad en dominancia es baja, debido a que son pocas las especies dominantes, además las especies dominantes tienen mucha diferencia de sus áreas basales en comparación a otras especies del mismo estudio. Este valor también es bajo en comparación a otros estudios realizados por Dilas (2008) y Pérez (2011). Esto es debido a que, la equidad en dominancia de la parcela en estudio es menor a la equidad en dominancia de las especies investigadas por Dilas (2008) y Pérez (2011).

El índice de equidad Shannon – Wiener, expresa la abundancia proporcional de las especies, y oscila entre los valores de 1.5 a 3.5 y, extraordinariamente llega a 4.5 (Magurran, 1988). El valor de 3. 309 hallado en el área de estudio, indica que las especies tienen alta equidad en abundancia de sus individuos, es decir, que las especies tienen similar cantidad de individuos presentes en el Plot de estudio realizado en el bosque Chinchiquilla provincia de San Ignacio. El valor de 3.309 encontrado en el Plot de estudio es alto, en comparación a otros estudios realizados por Dilas (2008), debido a que, las especies del Plot CCH presentan alta equidad en abundancia de sus individuos, en cambio, en otros estudios realizados por Dilas (2008), las especies no presentan mucha equidad en la abundancia de sus números de individuos.

Conclusiones

La cantidad de individuos por hectárea para el PLOT CCH ubicado a 2150 msnm fue de 308 árboles distribuidos en 21 familias, 31 géneros y 39 especies; La familias con mayor número de individuos en orden ascendente son Urticaceae y Melastomataceae 36 individuos. Los géneros con mayor número de individuos en orden ascendente son *Guatteria, Podocarpus* y *Cecropia*. Adicionalmente, se reporta la especie *Podocarpus glomeratus* como un nuevo registro para los bosques montanos de Jaén y San Ignacio.

Las especies con mayor IVI en orden descendente son: *Prumnupitys harmsiana* con 27.99, *Podocarpus glomeratus* con 26.13, *Cinchona* sp. 1 con 23.55, *Cecropia* sp. 1 con 20.19 y *Endlicheria* sp. 2 con 17.13.

La composición y diversidad arbórea del bosque Chinchiquilla es baja, en comparación a otros estudios realizados en ecosistemas similares ubicados en las provincias de Jaén, Oxapampa y Chanchamayo.

Las variables estructurales de la parcela PLOT CCH son mayores en comparación a otros estudios realizados en zona de vida (bmh – MBT) en el bosque Huamantanga – Jaén, San Alberto – Oxapampa, Pichita-Ladera y Pichita-Rivera en Chanchamayo.

Agradecimiento

Al Ing. M. Sc. German Pérez Hurtado y al Dr. Carlos A. Reynel Rodríguez quienes con sus valiosos conocimientos hicieron posible la culminación del presente trabajo de investigación.

Literatura Citada

Antón, B & C. Reynel. 2004. Relictos de Bosques de Excepcional Diversidad en los Andes Centrales del Perú Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima 1-Perú. 325 p.

Dallmeir, F. 1992. Long-Term Monitoring of Biological Diversity in Tropical Forest Areas. Methods of

establishment and inventory of permanent plots. UNESCO. Paris.

Dilas, J. 2008. Diversidad, composición, estructura y distribución espacial arbórea de un área de bosques de neblina, Jaén- Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Cajamarca sede Jaén.

Gómez, D. 2000. Composición Florística en el Bosque ribereño de la Cuenca alta San Alberto, Oxapampa – Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú. 177 p.

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. En Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma de estado de Hidalgo. Hidalgo, México. 80 pp.

Margalef, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why there is an upper limit to diversity. Trans. Conn. acad.arts Sci. 44: 211-235.

Melo, O. & R. Vargas. 2001. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolíma. 222 p.

OIKOSlab. 2013. Laboratorio de análisis de suelo.

Pérez, G. 2011. Composición y diversidad de la flora arbórea en dos áreas de bosque en Huamantanga, Jaén – Cajamarca -Perú. Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae en Bosques y Gestión de Recursos Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. 188 pp.

Phillips, O. & T. Baker. 2002. Field manual for plot establishment and remeasurement. Publicado en el Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima. Vol. Nº 113:2000.

Reynel, C. *et al.* 2004. Relictos de Bosques de Excepcional Diversidad en los Andes Centrales del Perú. UNALM. Perú. 324 pp.

Reynel, C & E. Honorio. 2004. Diversidad y composición de la flora arbórea en un área de ladera de bosque montano: Pichita, Valle de Chanchamayo, 2000-2500 msnm. 279 p. dministración y manejo de colecciones botánicas. Editado por R. Vásquez Martines. Jardín Botánico de Missouri – Perú. 200 pp.

Rodríguez, R. & G. Rojas. 2002. El Herbario. Administración y manejo de colecciones botánicas. Editado por R. Vásquez Martines. Jardín Botánico de Missouri – Perú. 200 p.

Sagastegui, A.; V. Sanchez; M. Zapata & M. Dillon. 2003. Diversidad Florística del Norte de Perú. Bosques Montanos. Tomo II. Fondo Editorial. Universidad Antenor Orrego. Trujillo – Perú.

Sandy, B.; A. Jorje & M. Carlos. 2007. Biodiversidad y conocimientos tradicionales en el acuerdo de promociacuerdopromocin comercial Per Estados unidos. Gerencia de estudios económicos Perú INDECOPI.

Sánchez, S. 2011. Zonas de vida de Cajamarca, San Ignacio - Perú. [En línea], San Ignacio - Perú. Disponible en http://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/ZonasVidas ZEE Según Mapa Nacional. pdf [Consultado el 12 de julio del 2013].

ANEXO



FOTO 01. Muestra colectada de *Prumnupitys harmsiana* (Pilg.) de Lau.

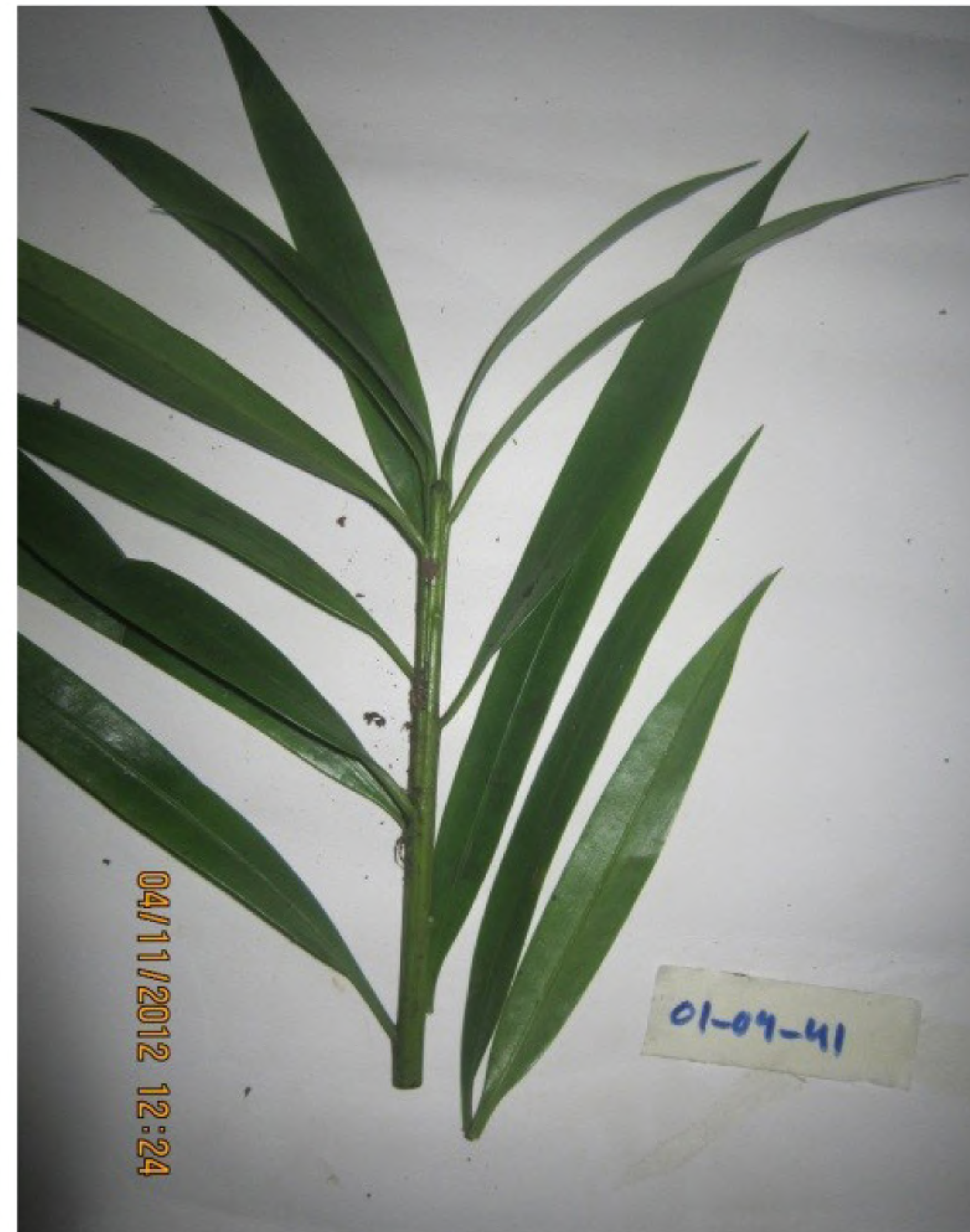


FOTO 02. Muestra colectada de *Podocarpus glomeratus* D. Don



FOTO 03. Muestra colectada de *Cinchona* sp. 1



FOTO 04. Muestra colectada de *Cecropia* sp. 1



FOTO 05. Muestra colectada de *Endlicheria* sp. 2



FOTO 06. Copa y fuste de *Dicksonia sellowiana* Hook.



FOTO 07. Muestra colectada de *Guatteria glauca* Ruiz & Pav.

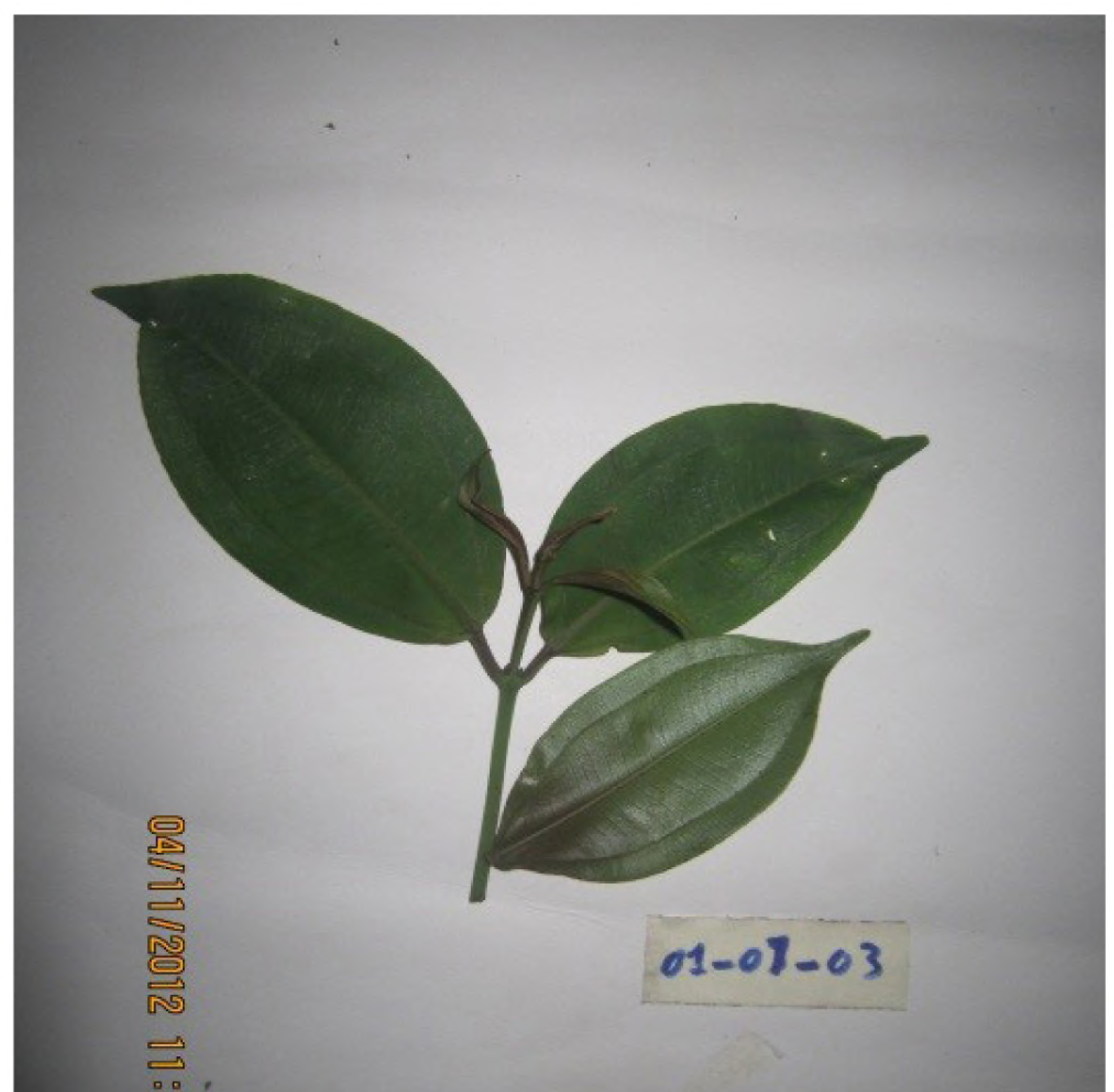


FOTO 08. Muestra colectada de *Blakea* aff. *mexiae* Gleason

Arnaldoa 22 (1): 155 - 182, 2015 ISSN: 1815-8242

Flora y vegetación del distrito de Santa Rosa de Quives, provincia de Canta (Lima)

Flora and vegetation of the Santa Rosa of Quives district, Canta province (Lima)

Paúl Gonzáles & Eduardo Navarro
Laboratorio de Florística, Departamento de Dicotiledóneas, Museo de Historia Natural. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Arenales 1256, Jesús María
E-mail: pgonzalesarce@hotmail.com.
María Isabel La Torre
Laboratorio de Florística, Departamento de Dicotiledóneas, Museo de Historia Natural. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Arenales 1256, Jesús María; Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad Nacional Federico Villarreal. Calle Chepén s/n, El Augustino.
Asunción Cano
Laboratorio de Florística, Departamento de Dicotiledóneas, Museo de Historia Natural. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Arenales 1256, Jesús María; Instituto de Investigación de Ciencias Biológicas Antonio Raimondi (ICBAR). Facultad de Ciencias Biológicas, UNMSM.

Resumen

Se presentan los resultados del estudio de la flora y vegetación en el distrito de Santa Rosa de Quives (Canta-Lima, Perú). Resultados basados en colectas intensivas entre los 550 y 3200 m de altitud (entre los años 2009 y 2012), consulta a ejemplares de Herbarios (USM, MOL, MO, F) y revisión bibliográfica. La flora vascular de este distrito está integrada por 453 especies agrupadas en 291 géneros y 77 familias. Las Eudicotiledóneas son el grupo dominante con 378 especies (84%), seguido por las Monocotiledóneas con 68 (15%), los Pteridófitos están escasamente representados por 6 especies (1.3%), mientras que las Gnetophyta registra solo una especie (0.3%). Las familias con mayor número de géneros y especies son: Asteraceae (45 géneros/66 especies), Poaceae (29/41), Solanaceae (14/32), Malvaceae (17/29), Fabaceae (21/27), Convolvulaceae (5/16), Amaranthaceae (5/14) y Euphorbiaceae (8/14). Estas ocho familias conforman el 53% de toda la flora registrada para el área de estudio. Las formas biológicas dominantes son las hierbas (65%), seguida por los arbustos y sufrútices (32%), y arboles (3%). Cuatro tipos de vegetación han sido diferenciados: piso desértico, piso de cactáceas columnares, monte ribereño y matorral; constituyéndose este último el más diverso. Se reportan 62 taxones exclusivos para el Perú; con 17 especies restringidas al departamento de Lima.

Palabras clave: Vegetación, diversidad florística, valle del Chillón, vertientes occidentales, Lima.

Abstract

The flora and vegetation of Santa Rosa de Quives district (Canta-Lima, Peru) is presented. The checklist is based on intensive collections between the 550 and 3200 meters, between the 2009 and 2012, also be consulted Herbarium specimens (USM, MOL, MO, F) and bibliographical review. It is reported 453 species of vascular plants, grouped in 291 genera and 77 families. The Eudicots are the dominant group with 378 species (84%); followed by the Monocots with 68 (15%). Pteridophytes are scarcely represented with 6 species (1.3%). One species of Gnetophytas are reported (0.3%). The families with more genera and species are Asteraceae (45/66), Poaceae (29/41), Solanaceae (14/32), Malvaceae (17/29), Fabaceae (21/27), Convolvulaceae (5/16), Amaranthaceae (5/14) and Euphorbiaceae (8/14). These eight families make up 53% of all plants recorded for the study area. Herbs where dominant (65%), followed by shrubs and subshrubs (32%) and trees (3%). We have differentiated the following types of vegetation: zone desert, zone of columnar cacti, riverine forest and shrubland, the shrubland being the most diverse in species richness. We report 62 taxa unique to Peru of which 17 species are restricted to the department of Lima.

Keywords: vegetation, floristic diversity, Chillon valley, western slopes, Lima

Introducción

Las vertientes occidentales del Perú albergan una gran diversidad florística (Brako & Zarucchi, 1993; Van der Werff & Conciglio, 2004). Esta Zona presenta ecosistemas altamente fragmentados debido a gradientes altitudinales que conllevan a cambios en temperatura, precipitación, humedad y suelos (Van der Werff & Conciglio, 2004; De la Cruz *et al.,* 2005). Esto permite que pequeñas poblaciones se aíslen incrementándose así el número de especies endémicas (Weberbauer, 1945; Kessler, 2000).

El distrito Santa Rosa de Quives es un área con diversas condiciones climáticas, en ella se encuentran ecosistemas que albergan especies de flora y fauna de interés para la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, La biodiversidad de esta área se encuentra amenazada por el sobrepastoreo e implementación de áreas agrícolas (De la Cruz *et al.,* 2005).

Santa Rosa de Quives ha recibido escasas expediciones de colecta de material

botánico, sin embargo, se conocen algunas que han pasado por diversos distritos que se encuentran a lo largo del valle del Chillón. Entre estas colecciones se tiene las de Hipólito Ruiz y José Pavón quienes recorrieron la parte central del Perú entre los años 1777-1788, material que fue depositado en el Herbario del Real Jardín Botánico de Madrid (MA), (Dahlgren, 1940). La expedición Malaspina (1789), en la cual participaron los botánicos Louis Nee y Thaddaeus Haenke, recorrieron Obrajillo, San Buenaventura, Huamantanga, Canta y Puruchuco y sus colectas están depositadas en Madrid (MA). Asimismo, la expedición Wilkes (1818) realizó importantes colectas en las localidades de Culluhuay, Yangas, Obrajillo y Baños, y sus colectas se encuentran en el Herbario Nacional de Estados Unidos (US). El naturalista inglés Andrew Mathews en 1833, realizó importantes colecciones en Puruchuco, Huamantanga y Obrajillo, sus colecciones se encuentran depositadas en la Royal Botanic Garden de Londres (K). En 1925, el naturalista Francis Pennell realizó una importante colección en Yangas, Obrajillo, Canta, Culluhuay y Baños, su colección se mantiene en el herbario Field Museum of Chicago (F) (Herrera, 1939; Vilcapoma, 1975). También, existen colecciones de Augusto Weberbauer en los Herbarios de la Universidad Nacional Agraria La Molina (MOL) y del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (USM).

Para la provincia de Canta existen investigaciones, realizadas por Meza (1966), quien reportó 92 especies de la familia Asteraceae, Vilcapoma (1975) registró 57 especies de la familia Solanaceae; Teixeira *et al.* (2004) estudió las Cactáceas; asimismo, Flores (1997) describió 48 especies de la familia Fabaceae. Ademas, cabe mencionar a Gonzáles (2012) quien reportó 619 especies de plantas vasculares para el distrito de Arahuay.

Sobre las formaciones vegetales presentes en el área de estudio, no se han realizado estudio alguno, sin embargo, existen diferentes propuestas para diferenciar las formaciones vegetales del Perú, siendo una de las más utilizadas la propuesta por Weberbauer (1945).

Los escasos estudios florísticos, en vertientes occidentales y puna del departamento de Lima y, en particular en el distrito de Santa Rosa de Quives, hacen necesaria la ejecución de estudios de esta naturaleza, que contribuirían al mejor conocimiento de la flora y vegetación peruana. Por lo tanto, la presente investigación tiene por objetivo documentar de manera completa la flora y diferenciar las diferentes formaciones vegetales presentes en el distrito de Santa Rosa de Quives.

Área de estudio

El área de estudio comprende la cuenca baja del río Chillón, en el distrito de Santa Rosa de Quives, provincia de Canta, departamento de Lima; ubicado entre el grado 11° 40′ 06′′ de latitud Sur y 76° 47′ 21′′ de longitud Oeste. El área estudiada se encuentra en las vertientes occidentales de los Andes centrales del Perú entre los 550-3200 m de altitud. El distrito tiene una superficie aproximada de 364.4 km^2. (Fig. 1). Las colectas botánicas se llevaron a cabo por lo general, al fin de cada estación lluviosa y durante la estación seca, entre los años 2008-2012, en 16 puntos de muestreo distribuídos en ocho localidades (Tabla 1).

El clima en el distrito de Santa Rosa de Quives es templado, su temperatura media anual oscila entre 13-20 °C, con una precipitación media anual de 5-400 mm

(MINAG, 2011, SENAMHI, 2011). Las precipitaciones son frecuentes en la época de verano desde el mes de diciembre hasta abril.

El río Chillón, quien surca al distrito Santa Rosa de Quives, recibe aguas de otros riachuelos de poco caudal siendo el más importante de ellos el rio Arahuay, en cuya unión está asentado el pueblo de Santa Rosa de Quives. Las variaciones estacionales del régimen de descargas del rio son consecuencia directa del comportamiento de las precipitaciones que ocurren en la cuenca media y alta (SENAMHI, 2011).

Material y métodos

Colección y herborización del material botánico:

Los materiales y la metodología empleada para la colección, herborización y toma de datos de campo, se ha realizado según el método convencional (Cerrate, 1969; Bridson & Forman, 1992), además se tomaron datos de la ubicación geográfica y altitud. Las determinaciones botánicas se realizaron en el Laboratorio de Florística del Museo de Historia Natural (Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Se utilizó literatura especializada con claves taxonómicas (Macbride, *et al.*, 1936 y siguientes; León & Valencia, 1988; Tovar, 1993; Valencia *et al*., 2006; Puppo, 2006) y la consulta a los especialistas botánicos en los diferentes grupos taxonómicos. Además, para confirmar la correcta determinación de los especímenes se revisaron ejemplares herborizados del Herbario San Marcos (USM).

La lista florística está basada en las colectas realizadas, complementada con la información de colecciones de los herbarios San Marcos (USM), Herbario de la Universidad Nacional Agraria la Molina (MOL), Herbario del Jardín Botánico del Missouri (MO), Herbario del Field Museun of Chicago (F) y consulta bibliográfica. La Nomenclatura de las especies se basó en el catálogo de Gimnospermas y Angiospermas de la flora Peruana (Brako & Zarucchi, 1993), actualizado en la base de datos Trópicos del Missouri Botanical Garden (www.tropicos.org). La sistemática de las familias está de acuerdo con Angiosperm Phylogeny Group (APG III, 2009). Las colectas de campo fueron depositados en el Herbario USM.

Formaciones vegetales

En el presente estudio se identificaron cuatro formaciones vegetales (Fig. 2):

Piso desértico, ubicado entre los 550 y 1000 m, comprende las localidades de Trapiche, Zapán, Macas, Huarabí bajo y Yangas, se caracteriza por la casi nula precipitación en todo el año, y una vegetación muy rara con algunos cactus muy dispersos (Fig. 2c).

Piso de cactáceas columnares, situado entre los 1000 y 2300 m, comprende las localidades de Santa Rosa, Apán, Yaso y Pichu-Pichu, se caracteriza por la escasa precipitación de enero a marzo y una vegetación con predominio de cactáceas columnares (Fig. 2b).

Monte ribereño, conformada por la vegetación del cauce del rio Chillón, entre los 550 y 2000 m; es una formación siempre verde caracterizada por la presencia de plantas de orilla de arroyos y de las riberas, con predominio de arbustos y algunos árboles, (Fig. 2d).

Formación de arbustos dispersos más gramíneas (Matorral), localizado entre 2300 y 3200 m, presenta plantas de climas templados y de hábitats moderadamente húmedos, y son comunidades arbustivas entremezcladas con hierbas anuales y

perennes (Fig. 2a).

Resultados

Diversidad florística

La diversidad florística del distrito de Santa Rosa de Quives está conformada por 453 especies de plantas vasculares, pertenecientes a 291 géneros y 77 familias (Apéndice 1). Los Pteridófitos (Smith *et al.*, 2006) son un grupo taxonómico representado con solo 6 especies (1%). Las Gnetophytas están representadas con una sola especie (0.2%). Las Eudicotiledóneas, con 378 especies (83%), son el grupo mejor representado. Las Monocotiledóneas, con 68 especies, representan el 15% de la flora (Tabla 2).

Las familias más representativas son Asteraceae (14.6%), Poaceae (9.1%), Solanaceae (7.1%), Malvaceae (6.4%), Fabaceae (6.0%), Convolvulaceae (3.5%), Amaranthaceae (3.3%) Euphorbiaceae (3.1%), Boraginaceae y Cactaceae (2.4% cada una) (Tabla 3). Estas 10 familias hacen el 57.8 % del total de especies.

El número más alto de géneros ha sido encontrado en las familias: Asteraceae con 45 géneros, Poaceae (29), Fabaceae (21), Malvaceae (17), Solanaceae (14), Cactaceae (9), Euphorbiaceae (8), Boraginaceae (7), Lamiaceae y Brassicaceae con 6 cada una. Estas 11 familias hacen el 55.7% del total de géneros (Tabla 3).

En cuanto a los hábitos presentes, las herbáceas constituyen el 65% de las especies, siendo la mayoría estacionales, apareciendo con las primeras lluvias y destacando en casi todos los tipos de vegetación. Los arbustos y subfrútices representan el 32%, y dan el aspecto característico a la formación de arbustos dispersos más gramíneas. Finalmente, las especies arbóreas constituyen el 3% restante.

Santa Rosa de Quives alberga 62 especies endémicas para el Perú, de las cuales 17 están restringidas al departamento de Lima y una especie (*Senecio velardei*) es endémica para el valle del Chillón. Se documenta por primera vez 10 especies de plantas vasculares para el departamento de Lima. (Apéndice 1; Fig. 3).

Formaciones vegetales

En el área de estudio se han identificado: la formación de arbustos dispersos mas gramíneas (AD) ubicado entre 2300 - 3200 m, presenta el 48.1% del total de especies registradas; el monte ribereño (MR) en un rango de 550 – 2000 m, presenta 41.5% de taxones; el piso de cactáceas columnares (PC) en la gradiente altitudinal de 1000 – 2300 m, registra el 39.7%; y por último el Piso desértico (PD) situado entre 550 y 1000 m, documenta solo el 3.3%. Diversos taxones se encuentran presentes y con variada abundancia en la formación de arbustos dispersos mas gramíneas, donde destacan: *Barnadesia dombeyana, Chionopappus benthamii, Jungia pauciflora, Paracalia jungioides, Senecio cantensis* (Fig. 3b), *Calceolaria angustiflora, Escallonia resinosa.* El monte ribereño está constituido por árboles como *Schinus molle* y *Vachellia macracantha*; arbustos y subarbustos como: *Arundo donax, Baccharis salicifolia, Tessaria integrifolia* y la vegetación herbácea constituida principalmente por: *Cardiospermum corindum, Clematis dioica* y *Chloris virgata*. El piso de cactáceas columnares alberga especies generalmente suculentas como *Neoraimondia arequipensis* subsp. *roseiflora*, *Haageocereus acranthus, Armatocereus matucanensis, Espostoa melanostele, Haageocereus pseudomelanostele* subsp. *aureispinus*, entre los arbustos más comunes se encuentran a *Ophryosporus peruvianus, Pluchea chingoyo, Syncretocarpus sericeus, Encelia canescens* y *Orthopterygium*

huaucui, siendo este último a menudo de porte arbóreo. Finalmente, el Piso desértico presenta muy poca riqueza de especies, sin embargo, hay algunas especies como las del género *Tillandsia* (*T. latifolia* y *T. purpurea*) que se presentan formando pequeñas comunidades.

Discusión

La flora vascular de las vertientes occidentales de la provincia de Canta se encuentra poco documentada (Gonzáles, 2012), existiendo muchas áreas que presentan nuevos registros, especies nuevas y endemismos para el país que están siendo revelados recientemente (Alegría & Rúgolo de Agrazar, 2001; Granda, 2009; Gonzáles *et al.*, 2011a; Gonzáles, 2012). La flora y vegetación del distrito de Santa Rosa de Quives presenta un patrón similar a la que presentan otras áreas de los Andes centrales del Perú, como el valle de Arahuay (Gonzáles, 2012) y el valle del Marca (Gómez, 1966), ya que presentan las mismas formaciones vegetales: piso de cactáceas columnares, monte ribereño, formación de arbustos dispersos mas gramíneas, comprendidas dentro de rangos altitudinales comparables; sin registrarse el piso desértico debido a que sus áreas de estudio se encontraron por encima de los 1300 m, y este piso se encuentra por lo general debajo de esta altitud (Weberbauer 1945). Igualmente, un número considerable de especies presentes en el área de estudio se encuentran también en estos valles, pero con ciertas diferencias en sus abundancias. En general la vegetación presente en el área de estudio es comparable con la clasificación realizada por Weberbauer (1945) para esta parte de las vertientes occidentales de los Andes centrales del Perú, y se diferencian de algunas áreas que presentan un estrato arbóreo dominante, como el bosque de Zarate (Ferreyra, 1978; Cano & Valencia, 1998; Valencia *et al.*, 2006), aunque con varias de las especies arbustivas y herbáceas presentes en este bosque, también presentes en el área de estudio.

El presente estudio es un primer intento por documentar de manera completa la flora del distrito de Santa Rosa de Quives. En este estudio se amplía el conocimiento sobre la distribución departamental de 10 especies, que se citan por primera vez para Lima (Apéndice 1). Asimismo, 62 (sesenta y dos) especies son considerados endémicos para el país (León *et al.*, 2007), esto hace el 14% de las especies endémicas registradas en el departamento de Lima, que asciende a 450 especies, ubicándolo como el sexto departamento con mayor número de endemismos (Van Der Werff & Conciglio, 2004).

Agradecimientos

Queremos agradecer especialmente a los curadores de los herbarios USM y MOL, a Magda Chanco y Blanca León, (Museo de Historia Natural, Lima) por su valiosa colaboración en la determinación de especímenes colectados. A Hector Aponte y Susy Castillo por la revisión del manuscrito.

Literatura citada

Alegría, J. & Z. Rúgolo de Agrazar. 2001. *Muhlenbergia monandra* (Poaceae: Eragrostideae), nueva especie anual endémica del Perú. Darwiniana. 39 (1-2): 19-28.

Angiosperm Phylogeny Group III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society. 161 (2): 105–121.

Brako, L. & J. Zarucchi. 1993. Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 45: 1–1286.

Bridson, D. & L. Forman. 1992. Herbarium Handbook. 1era ed. Great Britain. Royal Botanic Gardens, Kew.

303 pp.

Cano, A. & N. Valencia. 1991. Caryophyllaceae del Bosque de Zárate. Boletín de Lima. 77: 57-61.

Cerrate, E. 1969. Manera de preparar Plantas para el Herbario. Museo de Historia Natural, Serie de Divulgación, N°1. 10 pp.

Dahlgren, B. E. 1940. Travels of Ruiz, Pavón and Dombey in Perú and Chile (1777-1788). Fiel Museum of Natural History. 21: 1-372.

De La Cruz, H.; P. Zevallos & G. Vilcapoma. 2005. "Status" de conservación de las especies vegetales silvestres de uso tradicional en la provincia de Canta, Lima–Perú. Ecología Aplicada, Vol. 4 Nº 1 y 2: 9-16.

Ferreyra, R. 1997. Las Hydrophyllaceae en el Perú. Bio Llania. 6: 325-330.

Ferreyra, R. 1978. Flora y vegetación del Monte de Zárate. Boletín de la Colonia Suiza en el Perú pp. 51-58.

Flores, M. 1997. La familia Leguminosae en el valle del Chillón-parte media y alta, Departamento de Lima. Tesis para optar el Grado Académico de Magister en Botánica Tropical mención: Taxonomía y Sistemática Evolutiva. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima - Perú. 114 pp.

Gómez, J. 1960. Notas sobre la Vegetación del Valle de Marca. Biota. 6 (47): 94-123.

Gonzáles, P.; M. I. La Torre & A. Cano. 2011a. *Deschampsia danthonioides* (Poaceae – Pooideae) un nuevo registro para la flora peruana. Rev. Per. Biol. 18 (2): 185-187.

Gonzáles, P.; M. I. La Torre & A. Cano. 2011b. La familia Poaceae del distrito de Arahuay (Canta, Lima, Perú). Rev. Per. Biol. 18 (2): 189-196.

Gonzáles, P. 2012. Flora vascular del distrito de Arahuay, provincia de Canta (Lima, Perú). Tesis para optar el Grado Académico de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú, 257 pp.

Granda, P. 2009. *Pentacalia poeppigiana* (Asteraceae, Senecioneae), a new species from Peru. Darwiniana. 47 (2): 321-326.

Herrera, F. 1939. Catalogo Alfabético de los nombres vulgares y científicos de plantas que existen en el Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 122 pp.

Kessler, M. 2000. Elevational gradients in species richness and endemism of selected plant groups in the central Bolivian Andes. Plant Ecology 149: 181–193.

León, B. & N. Valencia. 1988. Pteridophytes of Zárate, a forest on the western side of the Peruvian Andes. Fern Gaz. 13 (4): 217-224.

León, B.; J. Roque; C. Ulloa Ulloa; N. Pitman; P. Jorgensen & A. Cano. 2007. El libro rojo de las especies endémicas del Perú. Rev. Per. Biol. Número especial 13 (2): 1-971.

Macbride, F. *et al.* 1936 y siguientes. Flora of Perú. Field Museum of Natural History, Botanical Series, Chicago.

Meza, I. 1966. Contribución al conocimiento de las Compuestas de Canta. Tesis para optar el Grado Académico de Bachiller. Facultad Ciencias. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima - Perú.

MINAG. 2011. Calificación de climas del Perú. http://www.minag.gob.pe/el-clima/clasificacion-declimas.html. Acceso 27/10/2011.

Puppo, P. 2006. El género *Calceolaria* (Calceolariaceae) en el departamento de Lima-Perú. Rev. Per. Biol. 13 (1): 85-93.

SENAMHI. 2011. (en línea). Información histórica de datos hidrometeorologicos de la estación Arahuay. http://www.senamhi.gob.pe/include_mapas/_dat_esta_tipo.php?estaciones=151204. Acceso 27/10/2011.

Smith, R.; M. Pryer; E. Schuettpelz; P. Korall; H. Schneider & P. Wolf. 2006. "A classification for extant ferns". Taxon. 55 (3): 705-731.

Teixeira, V.; V. Castro; A. Ceroni & R. Eyzaguirre. 2004. Diversidad y densidad de la comunidad de cactáceas en el valle del río Chillón: cerro Umarcata y quebrada Orobel y su relación con los factores edáficos. Ecología Aplicada. 3 (1-2): 1–8.

Tovar, O. 1993. Las Gramíneas (Poaceae) del Perú. Ruizia, Tomo 13, Madrid. 481 pp.

Valencia, N.; M. I. La Torre; A. Cano & O. Tovar. 2006. Las Poáceas del Bosque de Zárate. Zonas bajas y media de la ladera de la margen derecha del río Seco. Boletín de Lima, 144: 95-145.

Van Der Werff, H. & T. Conciglio. 2004. Distribution and Conservation significance of endemic species of flowering plants in Perú. Biodiversity and conservation, 13: 1699-1713.

Vilcapoma, G. 1975. Las Solanaceae del valle de Chillón provincia de Canta. Tesis para optar el Grado

Académico de Bachiller. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú, 178 pp.

Weberbauer, A. 1945. El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos. Ministerio de Agricultura, Lima. Lumen S.A. 776 pp.

ANEXO

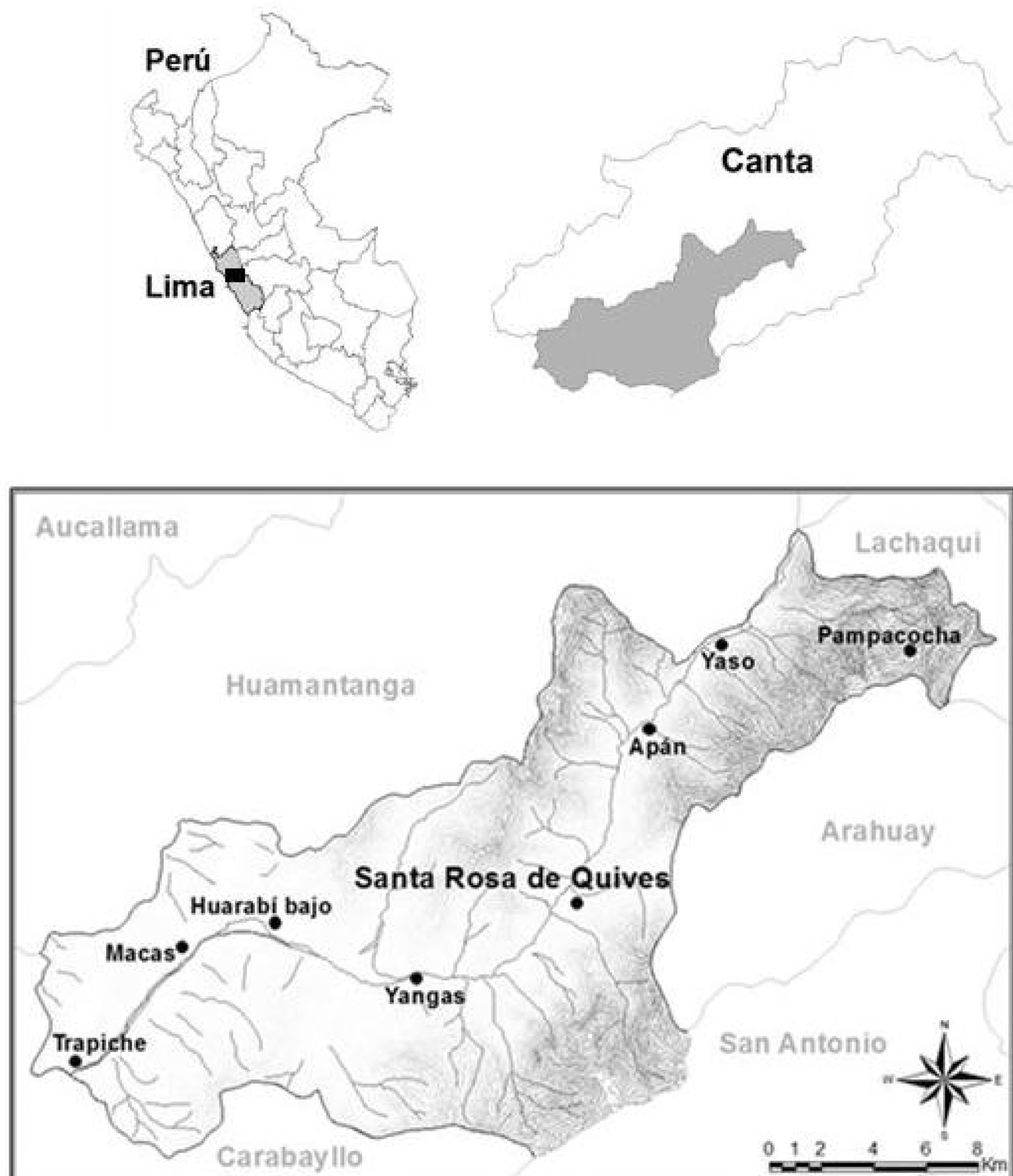


Fig. 1: Mapa de ubicación de la zona de estudio.



Fig. 2: formaciones vegetales presentes en el área de estudio; a) Formación de arbustos dispersos más gramíneas; b) Piso de cactáceas columnares; c) Piso desértico; d) Monte ribereño.



Fig. 3: a) *Nothobaccharis candolleana* (Asteraceae); b) *Senecio cantensis* (Asteraceae); c) *Senecio richii* (Asteraceae); d) *Evolvulus villosus* (Convolvulaceae); e) *Hyptis pectinata* (Lamiaceae); f) *Abutilon reflexum* (Malvaceae); g) *Ludwigia peploides* (Onagraceae); h) *Malesherbia tubulosa* (Passifloraceae); i) *Passiflora suberosa* (Passifloraceae); j) *Exodeconus prostratus* (Solanaceae); k) *Jaltomata propinqua* (Solanaceae).

Tabla 1: Ubicación geográfica de las principales localidades de colecta en el distrito Santa Rosa de Quives.

Localidad	Fecha	Altura (m)	Coordenadas geográficas
Apán	14/05/2012	1472	11°35'51.58''S - 76°45'19.37''W
	28/07/2011	1400	11°36'20.96''S - 76°45'42.00''W
	29/08/2011	1300-1500	11°37'08.88''S - 76°46'23.78''W
Huarabí bajo	29/08/2011	750	11°40'53.34''S - 76°54'23.62''W
Macas	04/09/2008	1000	11°40'15.93''S - 76°54'37.00''W
	26/04/2008	500-1000	11°40'39.00''S - 76°54'29.00''W
	04/04/2011	750	11°40'43.82''S - 76°54'58.66''W
	26/04/2008	500-1000	11°40'39.00''S - 76°54'29.00''W
Pampacocha	06/06/2012	2650	11°33'56.61''S - 76°41´08.68''W
Pichu-Pichu	06/06/2012	2165-2363	11°34'12.58''S - 76°42'11.98''W
	06/06/2012	1954	11°34'12.37''S - 76°42'47.09''W
	14/05/2012	1767	11°33'17.70''S - 76°42'57.34''W
Trapiche	29/08/2011	550-650	11°41'21.72''S - 76°56'09.01''W
	26/04/2008	500-1000	11°40'39.00''S - 76°54'29.00''W
Yangas	14/05/2012	1057	11°41'30.56''S - 76°48'58.72''W
Yaso	14/05/2012	1625	11°34'25.81''S - 76°43'37.28''W

Tabla 2. Diversidad de familias, géneros y especies registradas en el presente estudio.

	Familias	Géneros	Especies	% de especies
Eudicotiledóneas	64	237	378	83.44
Monocotiledóneas	9	43	68	15.01
Gimnospermae	1	1	1	0.22
Pterydophyta	3	5	6	1.32
Total	77	291	453	100.00

Tabla 3. Familias con mayor riqueza de géneros y especies en el distrito Santa Rosa de Quives.

Familia	Géneros	Especies
Asteraceae	45	66
Poaceae	29	41
Solanaceae	14	32
Malvaceae	17	29
Fabaceae	21	27
Convolvulaceae	5	16
Amaranthaceae	5	15
Euphorbiaceae	8	14
Boraginaceae	7	11
Cactaceae	9	11
Lamiaceae	6	10
Verbenaceae	6	10
Brassicaceae	6	9
Bromeliaceae	3	8
Caryophyllaceae	4	8
Cyperaceae	2	8

Apéndice 1 Lista de especies de plantas vasculares que crecen en estado silvestre en el distrito Santa Rosa de Quives (Canta, Lima-Perú). **PD**: piso desértico; **PC**: piso de cactáceas columnares; **MR**: monte ribereño; **AD**: Formación de arbustos dispersos mas gramíneas (matorral); **FC**: forma de de crecimiento (h: hierba; a: arbusto y sufrútice; ab: árbol); **NR**: primer registro para el departamento de Lima; **EP**: endémico del Perú; *: endémico de Lima. **Voucher**: PGA (Paúl Gonzáles Arce), **f!**: registro sin material de herbario, solo fotografía

Taxón	PD	PC	MR	AD	NR	EP	FC	Voucher
ACANTHACEAE								
Dicliptera squarrosa Nees		x					h	PGA 1827
Dicliptera hookeriana Nees			x	x			h	PGA 1848
Dicliptera peruviana (Lam.) Juss.			x	x			h	PGA 1837
Dicliptera ruiziana Wassh.				x			h	PGA 1835
Odontophyllum lyratum (Nees) Sreem.				x			h	f¡
Ruellia floribunda Hook.		x	x				a	PGA 146/1563
ALSTROEMERIACEAE								
Alstroemeria lineatiflora Ruiz & Pav.				x			h	PGA 1866
Bomarea ovata (Cav.) Mirb.				x			h	f¡
AMARANTHACEAE								
Alternanthera caracasana Kunth				x			h	f¡
Alternanthera halimifolia (Lam.) Standl. ex Pittier		x					a	f¡
Alternanthera porrigens var. porrigens (Jacq.) Kuntze		x	x	x			h	PGA 1893
Alternanthera pubiflora (Benth.) Kuntze		x	x	x			h	PGA 116/167
Alternanthera pungens Kunth		x		x			h	f¡
Amaranthus dubius C. Mart. ex Thell.				x			h	f¡

Amaranthus hybridus L.	x	x	x			h	f¡
Amaranthus spinosus L.	x	x	x			h	PGA 171
Amaranthus urceolatus Benth.	x					h	PGA 1711
Beta vulgaris L.		x				h	PGA 1565
Chenopodium album L.	x					h	f¡
Chenopodium ambrosioides L.	x	x				h	PGA 174
Chenopodium murale L.	x					h	f¡
Chenopodium petiolare Kunth	x					h	f¡
Guilleminea densa (Willd.) Moq.	x		x			h	f¡
AMARYLLIDACEAE							
Stenomesson flavum (Ruiz & Pav.) Herbert	x				x	h	f¡
ANACARDIACEAE							
Orthopterygium huaucui (A. Gray) Hemsl.	x				x	ab	f¡
Schinus molle L.		x				ab	f¡
APIACEAE							
Cyclospermum laciniatum (DC.) Constance		x	x			h	f¡
Cyclospermum leptophyllum (Pers.) Sprague ex Britton & P. Wilson	x	x		h	f¡		
Eremocharis longiramea (H. Wolff) I.M. Johnst.	x				x	a	PGA 1780
Hydrocotyle bonariensis Lam.		x				h	f¡
Spananthe paniculata Jacq.			x			h	PGA 1867
APOCYNACEAE							
Asclepias curassavica L.		x	x			h	f¡
Cynanchum formosum N.E. Br.			x			a	PGA 1898
Sarcostemma clausum (Jacq.) Schult.	x	x				a	f¡
Sarcostemma solanoides (Kunth) Decne.			x			a	f¡
ASPARAGACEAE							
Anthericum eccremorrhizum Ruiz & Pav.			x			h	f¡
Anthericum glaucum Ruiz & Pav.			x		x	h	PGA 1912
Furcraea andina Trel.			x			a	f¡
Furcraea occidentalis Trel.			x		x	a	f¡
ASTERACEAE							
Acmella alba (L'Hér.) R.K. Jansen		x				h	PGA 1825
Acmella ciliata (Kunth) Cass.		x				h	PGA 1574
Ageratina sternbergiana (DC.) R. M. King & H. Rob.		x	x			a	PGA 1887
Ambrosia arborescens Mill.			x			a	f¡
Ambrosia peruviana Willd.		x				h	PGA 1582
Baccharis kingii Cuatrec.	x				x	a	PGA 1856

Baccharis salicifolia (Ruiz & Pav.) Pers.			x				a	f¡
Baccharis sternbergiana Steud.				x			a	PGA 1894
Barnadesia dombeyana Less.				x			a	PGA 1876
Bidens exigua Sherff			x				h	f¡
Bidens pilosa (Blume) Sherff			x	x			h	PGA 122
Centaurea melitensis L.				x			h	f¡
Chionopappus benthamii S.F. Blake				x			a	PGA 1832
Conyza bonariensis (L.) Cronquist			x	x			h	f¡
Conyza sumatrensis (Retz.) E. Walker			x	x			h	f¡
Eclipta prostrata (L.) L.			x				h	f¡
Encelia canescens Lam.		x					a	PGA 1734
Flaveria bidentis (L.) Kuntze		x	x				h	PGA 1769
Galinsoga parviflora Cav.			x				h	PGA 1843
Galinsoga quadriradiata Ruiz & Pav.			x				h	PGA 1909
Gnaphalium dombeyanum DC.				x			h	PGA 1772
Helogyne virgata (Rusby) B.L. Rob.		x			x		a	PGA 1725
Heterosperma diversifolium Kunth				x			h	f¡
Heterosperma ovatifolium Cav.				x			h	PGA 1758
Jungia axillaris (Lag. ex DC.) Spreng.		x		x			a	f¡
Jungia paniculata (DC.) A. Gray				x			a	PGA 1883
Jungia pauciflora Rusby				x			a	PGA 1852
Mikania micrantha Kunth			x				h	PGA 147
Nothobaccharis candolleana (Steud.) R.M. King & H. Rob.	x	x				x*	a	PGA 1587
Onoseris annua Less.		x				x	h	f¡
Onoseris odorata (D. Don) Hook. & Arn.		x				x	h	f¡
Ophryosporus galioides (DC.) R. M. King & H. Rob.		x				x	a	PGA 1892
Ophryosporus hartwegii (B. L. Rob.) R. M. King & H. Rob.		x			x	x	a	PGA 1716
Ophryosporus peruvianus (J. Gmel.) R. M. King & H. Rob.		x		x			a	PGA 254
Ophryosporus pubescens (Smith) R. M. King & H. Rob.		x				x	a	PGA 1857
Paracalia jungioides (Hook. & Arn.) Cuatrec.				x		x	a	f¡
Perymenium jelski (Hieron.) S. F. Blake		x		x			a	PGA 1897
Philoglossa peruviana DC.			x	x		x	h	f¡
Pluchea chingoyo (Kunth) DC.	x	x					a	PGA 1588
Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass.		x					h	PGA 1760
Schkuhria pinnata (DC.) Cabrera			x				h	f¡
Senecio abadianus DC.				x		x*	a	f¡

Senecio cantensis Cabrera			x		x*	h	PGA 1838
Senecio richii A. Gray			x		x*	a	f¡
Senecio subcandidus A. Gray			x		x	a	PGA 1888
Senecio velardei Cabrera			x		x*	h	f¡
Siegesbeckia flosculosa L'Hér.	x	x	x			h	PGA 1759
Smallanthus glabratus (DC.) H. Rob.			x			a	PGA 1904
Soliva stolonifera (Brot.) Sweet			x			h	f¡
Sonchus asper (L.) Hill		x				h	PGA 1739
Sonchus oleraceus L.		x	x			h	f¡
Spilanthes leiocarpa DC.		x				h	f¡
Stevia melissiaefolia (DC.) Sch. Bip.			x		x	h	f¡
Stevia puberula Hook.			x			h	PGA 1871
Symphyotrichum subulatum (Michx.) G. L. Nesom		x				h	f¡
Syncretocarpus sericeus (DC.) S. F. Blake	x				x	a	f¡
Tagetes multiflora Kunth		x	x			h	PGA 159
Taraxacum officinale Weber in Wigg.	x	x	x			h	f¡
Tessaria integrifolia Ruiz & Pav.		x				a	PGA 127
Trixis cacalioides Kunth	x					a	f¡
Verbesina hastifolia S. F. Blake		x	x		x*	a	f¡
Verbesina saubinetioides S. F. Blake	x					a	f¡
Viguiera lanceolata Britt.			x			a	f¡
Villanova titicacensis (Meyen & Walp.) Walp.			x			h	PGA 1865
Wedelia helianthoides Kunth			x			h	f¡
Zinnia peruviana (L.) L.	x					h	f¡
BASELLACEAE							
Anredera cordifolia (Ten.) Steenis			x			h	PGA 1908
Anredera ramosa (Moq.) Eliasson			x	x		h	f¡
BEGONIACEAE							
Begonia octopetala L'Hér.			x			h	f¡
BIGNONIACEAE							
Delostoma dentatum D. Don			x		x	a	f¡
Jacaranda acutifolia Bonpl.			x			ab	PGA 1742
Tecoma stans var. sambucifolia (Kunth) J. R. I. Wood			x			ab	f¡
BORAGINACEAE							
Cordia lutea Lam.			x			a	f¡
Cordia macrocephala Killip			x			a	f¡
Cordia peruviana Roem. & Schult.			x			a	PGA 1878
Cryptantha parviflora (Philippi) Reiche	x					h	f¡

Heliotropium angiospermum Murray		x	x				h	PGA 1721/154b
Heliotropium arborescens L.			x	x			a	PGA 1750/136
Heliotropium pilosum Ruiz & Pav.		x				x	a	PGA 1754/1589
Pectocarya lateriflora (Lam.) DC.		x	x	x			h	fj
Tiquilia paronychioides (F. Phil.) A. T. Richardson	x	x					h	PGA 1708/145
Tournefortia microcalyx (Ruiz & Pav.) I. M. Johnst.		x	x				a	PGA 1728/154
Wigandia urens (Ruiz & Pav.) Kunth			x	x			ab	PGA 1748
BRASSICACEAE								
Brassica campestris L.			x				h	PGA 158
Brassica nigra (L.) W. D. J. Koch				x			h	PGA 1896
Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.			x	x			h	fj
Cardamine bonariensis Pers.			x				h	PGA 1585
Lepidium bipinnatifidum Desv.		x	x	x			h	fj
Lepidium virginicum L.		x	x	x			h	fj
Rorippa nasturtium-aquaticum (L.) Hayek			x				h	fj
Sisymbrium irio L.			x	x			h	PGA 1743
Sisymbrium officinale (L.) Scop.			x	x			h	fj
BROMELIACEAE								
Pitcairnia pungens Kunth				x			h	fj
Puya ferruginea (Ruiz & Pav.) L. B. Sm.		x		x			a	PGA 1902
Puya roezlii E. Morren		x		x			a	fj
Tillandsia aurea Mez				x			h	fj
Tillandsia capillaris Ruiz & Pav.	x	x					h	fj
Tillandsia latifolia (Benth.) Mez	x	x				x	h	PGA 177
Tillandsia purpurea Ruiz & Pav.	x						h	fj
Tillandsia recurvata (L.) L.	x						h	fj
CACTACEAE								
Armatocereus matucanensis Backeb. ex A. W. Hill		x					a	fj
Austrocylindropuntia pachypus (K. Schum.) Backeb.		x				x	a	fj
Cleistocactus acanthurus subsp. *faustianus* (Backeb.) Ostolaza	x	x				x*	a	fj
Cleistocactus acanthurus subsp. *pullatus* (Rauh & Backeb.) Ostolaza	x				x*	a	fj	
Cumulopuntia sphaerica (Foerster) E. F. Anderson		x					a	fj
Espostoa melanostele (Vaupel) Borg		x				x*	a	fj
Haageocereus acranthus (Vaupel) Backeb.		x				x*	a	fj
Haageocereus pseudomelanostele subsp. *aureispinus* (Rauh & Backeb.) Ostolaza	x				x*	a	fj	

Melocactus peruvianus Vaupel		x					a	f¡
Neoraimondia arequipensis subsp. *roseiflora* (Werderm. & Backeb.) Ostolaza	x				x	a	f¡	
Weberbauerocereus sp.	x						a	f¡
CALCEOLARIACEAE								
Calceolaria angustiflora Ruiz & Pav.				x		x	a	f¡
Calceolaria bicolor Ruiz & Pav.				x		x	a	f¡
Calceolaria tripartita Ruiz & Pav.			x	x			h	PGA 138
CAMPANULACEAE								
Lobelia xalapensis Kunth				x			h	PGA 1858
Siphocampylus candollei E. Wimm.				x		x	a	f¡
Siphocampylus tupaeformis Zahlbr.				x			a	PGA 1913
CAPPARIDACEAE								
Capparis prisca J. F. Macbr.				x	x		a	PGA 1834
CAPRIFOLIACEAE								
Valeriana interrupta Ruiz & Pav.				x			h	PGA 1864
CARICACEAE								
Vasconcellea candicans (A. Gray) A. DC.				x			a	f¡
CARYOPHYLLACEAE								
Drymaria divaricata var. *stricta* (Rusby) Duke				x			h	f¡
Drymaria engleriana var. *devia* (Baehni & J. F. Macbride) Duke		x			h	f¡		
Drymaria fasciculata A. Gray.				x		x	h	PGA 1844
Drymaria villosa subsp. *palustris* (Cham. & Schltdl.) Duke	x	x				h	f¡	
Drymaria villosa subsp. *villosa* Cham. & Schltdl		x	x				h	PGA 1885
Polycarpon tetraphyllum L.				x			h	PGA 1859
Silene thysanodes Fenzl				x			h	f¡
Stellaria cuspidata Willd. ex Schltdl.				x			h	f¡
CELASTRACEAE								
Maytenus apurimacensis Loes.				x			a	PGA 1906
COMMELINACEAE								
Callisia repens (Jacq.) L.				x			h	f¡
Commelina fasciculata Ruiz & Pav.				x			h	PGA 1564
CONVOLVULACEAE								
Convolvulus arvensis L.		x					h	f¡
Cuscuta grandiflora Kunth				x			h	PGA 1899
Cuscuta sp.				x			h	f¡
Evolvulus villosus Ruiz & Pav.		x					h	PGA 1823
Ipomoea alba L.			x				h	PGA 135
Ipomoea batatas (L.) Lam.			x				h	PGA 164

Ipomoea carnea Jacq.		x				h	f¡
Ipomoea dubia Roem. & Schult.	x					h	f¡
Ipomoea dumetorum Willd. ex Roem. & Schult.	x		x			h	f¡
Ipomoea incarnata (Vahl) Choisy in A. DC.	x					h	f¡
Ipomoea nationis (Hooker) G. Nicholson			x			h	PGA 1881
Ipomoea nil (L.) Roth	x					h	PGA 1730
Ipomoea purpurea (L.) Roth		x				h	PGA 126
Ipomoea sp.	x					h	f¡
Jacquemontia pentantha G. Don	x		x			h	PGA 1777
Jacquemontia unilateralis (Roemer & Schultes) O'Donell	x					a	f¡
CUCURBITACEAE							
Apodanthera mandonii Cogn.	x					h	f¡
Cucumis dipsaceus Ehrenb.	x	x				h	PGA 139
Cyclanthera mathewsii Arn.			x			h	f¡
Sicyos baderoa Hook. & Arn.			x			h	PGA 1862
CYPERACEAE							
Cyperus aggregatus (Willd.) Endl.		x				h	PGA 120
Cyperus articulatus L.		x				h	PGA 161
Cyperus brevifolius (Rottb.) Endl. ex Hassk.		x				h	f¡
Cyperus involucratus Rottb.		x				h	f¡
Cyperus sp1		x				h	f¡
Cyperus sp2		x				h	f¡
Cyperus tacnensis Nees & Meyen		x			x*	h	f¡
Scirpus californicus Steud.		x				h	f¡
EPHEDRACEAE							
Ephedra americana Humb. & Bonpl. ex Willd.	x					a	PGA 1828
EQUISETACEAE							
Equisetum bogotense Kunth		x				h	f¡
Equisetum giganteum L.		x				h	f¡
ESCALLONIACEAE							
Escallonia resinosa (Ruiz & Pav.) Pers.			x			ab	f¡
EUPHORBIACEAE							
Acalypha infesta Poepp.			x			h	PGA 1591
Chamaesyce hirta (L.) Millsp.	x	x				h	PGA 1726
Chamaesyce hypericifolia (L.) Millsp.	x	x				h	f¡
Chamaesyce serpens (Kunth) Small	x	x				h	PGA 242
Cnidoscolus basiacanthus (Pax & K. Hoffm.) J.F. Macbr.	x					a	f¡
Croton alnifolius Lam.	x					a	PGA 1884
Croton glandulosus L.			x	x		a	PGA 1874

Croton ruizianus Müell. Arg.		x				a	f¡
Euphorbia cf. weberbaueri		x				a	PGA 1707
Euphorbia heterophylla L.		x	x			h	f¡
Euphorbia peplus L.		x	x	x		h	f¡
Euphorbia viridis (Klotzsch & Garcke) Boiss.		x	x			a	PGA 1729
Jatropha macrantha Müll. Arg.		x			x	a	f¡
Ricinus communis L.			x			a	f¡
FABACEAE							
Aeschynomene tumbezensis J. F. Macbr.		x				a	PGA 1720
Caesalpinia decapetala (Roth) Alston		x	x			a	PGA 1768
Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze				x		ab	f¡
Crotalaria incana L.		x				h	PGA 128
Crotalaria pumila Ortega		x				h	PGA 1741
Dalea onobrychis DC.			x	x		a	PGA 1850
Desmanthus virgatus (L.) Willd.	x	x	x			a	f¡
Desmodium intortum (Mill.) Urb.			x			h	PGA 1581/170
Desmodium vargasianum B. G. Schub.			x	x	x	a	PGA 123
Hoffmannseggia prostrata Lagerh. ex DC.		x				a	f¡
Hoffmannseggia viscosa (Ruiz & Pav.) Hook.		x				a	PGA 141
Indigofera suffruticosa Mill.			x	x		a	PGA 153
Macroptilium longepedunculatum (Mart. ex Benth.) Urb		x	x			h	PGA 144
Medicago polymorpha L.			x			h	PGA 238
Medicago sativa L.			x			h	f¡
Melilotus albus Medik.			x			h	PGA 241
Melilotus indica (L.) All.			x			h	PGA 124/240
Mimosa albida Humb. & Bonpl. ex Willd.		x	x			h	PGA 125
Parkinsonia aculeata L.		x	x			ab	PGA 1715
Prosopis pallida (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth		x				ab	f¡
Senna birostris (Dombey ex Vogel) H. S. Irwin & Barneby				x	x	a	PGA 1766
Spartium junceum L.		x				a	PGA 1775
Trifolium amabile var. *pentlandii* Ball		x	x	x		h	f¡
Vachellia macracantha (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger	x	x			ab	f¡	
Vicia andicola Kunth				x		h	PGA 1907
Vigna candida (Vell.) Maréchal, Mascherpa & Stainier			x			h	PGA 1562
Vigna luteola (Jacq.) Benth.			x			h	PGA 173
FUMARIACEAE							
Fumaria parviflora Lam.			x	x		h	PGA 239

GERANIACEAE							
Erodium cicutarium (L.) L'Héritier. ex Aiton		x	x	x		h	f¡
Erodium malacoides (L.) L'Héritieritier			x	x		h	f¡
Erodium moschatum (L.) L'Héritier. ex Aiton			x	x		h	f¡
Geranium herrerae R. Knuth				x		h	f¡
HALORAGACEAE							
Myriophyllum quitense Kunth			x			h	f¡
KRAMERIACEAE							
Krameria lappacea (Dombey) Burdet & B.B. Simson		x				a	f¡
LAMIACEAE							
Hyptis pectinata (L.) Poit.			x			a	PGA 175b/1579
Hyptis sidifolia (L'Héritier.) Briq.			x	x		h	PGA 1746
Leonotis nepetifolia (L.) R. Brown			x			h	f¡
Minthostachys mollis (Kunth) Griseb.				x		a	PGA 1839
Salvia cuspidata Ruiz & Pav.		x			x	a	f¡
Salvia elongata M. Martens & Galeotti		x				a	f¡
Salvia occidentalis Sw.		x	x			h	PGA 1580
Salvia oppositiflora Ruiz & Pav.				x		h	f¡
Scutellaria ocymoides (Kunth) Epling				x		a	PGA 1845
Stachys arvensis L.				x		h	PGA 1773
LINACEAE							
Linum prostratum Dombey ex Lam.			x			h	PGA 249
LOASACEAE							
Mentzelia angurate Weigend		x		x	x	a	PGA 1761
Mentzelia scabra sbsp. chilensis (Gay) Weigend		x				a	PGA 1709
Nasa chenopodiifolia (Desr.) Weigend				x	x	h	PGA 1868
Nasa solaria (J. F. Macbr.) Weigend				x	x*	h	PGA 1873
Presliophytum incanum (Graham) Weigend	x	x				a	PGA 248
MALVACEAE							
Abutilon mollissimum (Cav.) Sweet				x		a	PGA 1774
Abutilon nigropunctulatum Ulbr.				x		a	f¡
Abutilon reflexum (Lam.) Sweet		x				a	PGA 1733
Anoda cristata (L.) Schltdl.			x	x		h	f¡
Ayenia pusilla L.		x				a	PGA 1820
Bastardia bivalvis (Cav.) Kunth ex Griseb.				x		a	PGA 1779
Byttneria cordata Lam.		x	x	x		a	PGA 1767
Corchorus hirtus L				x		a	f¡
Fuertesimalva limensis (L.) Fryxell				x		h	PGA 1860
Fuertesimalva peruviana (L.) Fryxell		x	x	x		h	PGA 1744

Gaya calyptrata (Cav.) Kunth ex K. Schum.			x		x	h	PGA 1829
Herissantia crispa (L.) Brizicky	x					a	PGA 1712
Malva parviflora L.	x	x	x			h	f¡
Malvastrum coromandelianum (L.) Guerke		x				a	PGA 1762
Malvastrum scoparium (L'Hér.) A. Gray			x			a	PGA 1833
Malvastrum tomentosum subsp. tomentosum (L.) S.R. Hill		x				a	PGA 1584
Melochia lupulina Sw.		x				a	PGA 132
Melochia pyramidata L.	x	x				a	PGA 1467
Sida cordifolia L.			x			a	f¡
Sida jatrophoides L'Hér.	x					a	PGA 1718
Sida oligandra K. Schum.			x			h	PGA 1849
Sida rhombifolia L.	x	x				a	f¡
Sida salviifolia C. Presl	x					h	PGA 1583/1713
Sida spinosa L.	x	x				h	f¡
Sidastrum paniculatum (L.) Fryxell	x	x				h	PGA 1714
Tarasa operculata (Cav.) Krapov.	x					a	PGA 1755
Urocarpidium albiflorum Ulbrich	x	x				h	f¡
Waltheria indica L.	x					a	PGA 1740
Waltheria ovata Cav.	x					a	PGA 1824
MOLLUGACEAE							
Mollugo cerviana (L.) Ser.	x			x		h	PGA 1826
MONTIACEAE							
Cistanthe lingulata (Ruiz & Pav.) Hershkovitz	x				x	h	f¡
Cistanthe paniculata (Ruiz & Pav.) Carolin ex Hershkovitz	x			x		h	f¡
MORACEAE							
Ficus maxima Mill. sp.		x	x			ab	f¡
Allionia incarnata L.	x					h	f¡
NYCTAGINACEAE							
Boerhavia coccinea Mill.	x	x				h	PGA 166
Colignonia parviflora subsp. biumbellata (Ball) J.E. Bohlin	x	x				a	PGA 1855
Commicarpus tuberosus (Lam.) Standl.			x			h	PGA 1745/133
Mirabilis expansa (Ruiz & Pav.) Standl.			x			h	f¡
Mirabilis intercedens Heimerl			x			h	PGA 1841
Mirabilis viscosa Cav.	x					h	PGA 1719
ONAGRACEAE							
Ludwigia octovalvis (Jacq.) Raven		x				a	PGA 117
Ludwigia peploides (Kunth) P. H. Raven		x				h	f¡

Oenothera rosea Aiton			x			h	f¡
OROBANCHACEAE							
Bartsia weberbaueri Diels				x		h	PGA 1872
Castilleja arvensis Schltdl. & Cham.				x		h	PGA 1910
Castilleja cerroana Edwin				x		h	PGA 1890
OXALIDACEAE							
Oxalis corniculata L.			x			h	f¡
Oxalis debilis var. *corymbosa* (DC.) Lourteig				x		h	f¡
Oxalis dombeyi A. St.-Hil.		x				h	PGA 1732
Oxalis pachyrrhiza Wedd.				x		h	f¡
Oxalis pickeringii A. Gray			x	x		h	f¡
PAPAVERACEAE							
Argemone subfusiformis G. B. Ownbey			x			h	PGA 157
PASSIFLORACEAE							
Malesherbia tubulosa (Cav.) J. St.-Hil.		x			x*	a	PGA 1736
Passiflora foetida L.	x		x			h	PGA 232
Passiflora suberosa L.			x			h	PGA 231/1573
PHRYMACEAE							
Mimulus glabratus Kunth			x			h	PGA 247
PHYLLANTHACEAE							
Andrachne microphylla (Lam.) Baill.		x			x	h	PGA 1731
PHYTOLACACEAE							
Phytolacca bogotensis Kunth			x	x		h	PGA 250
PIPERACEAE							
Peperomia galioides Kunth				x		h	f¡
PLANTAGINACEAE							
Bacopa monnieri (L.) Wettst.						h	f¡
Plantago lanceolata L.			x			h	PGA 163/245
Plantago major L.			x			h	PGA 162
Veronica anagallis-aquatica L.			x			h	f¡
Veronica persica Poir.			x	x		h	f¡
PLUMBAGINACEAE							
Plumbago coerulea Kunth				x		h	PGA 1846
POACEAE							
Aristida adscensionis L.		x				h	f¡
Arundo donax L.			x			h	f¡
Avena sterilis L.				x		h	f¡
Bouteloua simplex Lag.		x	x	x		h	f¡
Cenchrus myosuroides Kunth			x			h	PGA 149
Chloris halophila Parodi		x	x			h	f¡
Chloris radiata (L.) Sw.		x	x			h	f¡

Chloris virgata Sw.	x	x			h	PGA 148
Cortaderia jubata (Lemoine) Stapf		x			h	f¡
Cottea pappophoroides Kunth	x				h	f¡
Cynodon dactylon (L.) Pers.		x			h	f¡
Digitaria ciliaris (Retz.) Koeler	x	x			h	PGA 1765
Echinochloa crus-pavonis (Kunth) Schult.		x			h	f¡
Enneapogon desvauxii P. Beauv.	x				h	f¡
Eragrostis cilianensis (All.) Vign. ex Janchen	x				h	f¡
Eragrostis lurida J. Presl	x		x		h	f¡
Eragrostis mexicana subsp. *virescens* (J. Presl) S. Koch & Sánchez Vega	x	x	x		h	PGA 168
Eriochloa pacifica Mez		x			h	f¡
Jarava plumosula (Nees ex Steud.) F. Rojas			x		h	PGA 1901
Leptochloa uninervia (J. Presl) Hitchc. & Chase	x	x			h	PGA 150
Melica scabra Kunth			x		h	PGA 1900
Muhlenbergia microsperma (DC.) Trin.	x	x	x		h	PGA 1735
Paspalum flavum J. Presl			x		h	PGA 1911
Paspalum notatum Alain ex Flüggé			x		h	f¡
Paspalum pallidum Kunth			x		h	PGA 1875
Paspalum vaginatum Sw.			x		h	f¡
Pennisetum clandestinum Hochst. ex Chiov.		x	x		h	f¡
Pennisetum purpureum Schum.		x			h	PGA 142
Pennisetum weberbaueri Mez		x			h	PGA 1905
Poa annua L.		x	x		h	f¡
Polypogon interruptus Kunth		x	x		h	PGA 1821
Polypogon viridis (Gouan) Breistr.	x	x			h	f¡
Raimundochloa trachyantha (Phil.) A.M. Molina	x				h	f¡
Setaria geniculata P. Beauv.	x	x			h	f¡
Setaria myosuroides Peter		x			h	PGA 1764
Setaria verticillata (L.) P. Beauv.		x			h	f¡
Sorghum halepense (L.) Pers.		x			h	PGA 1763
Sporobolus indicus (L.) R. Br.	x				h	f¡
Tragus berteronianus Schult.	x				h	f¡
Trichoneura weberbaueri Pilg.	x				h	f¡
Urochloa mutica (Forssk.) Nguyen	x	x			h	PGA 119
POLYGALACEAE						
Monnina salicifolia Ruiz & Pav.			x	x	a	f¡
Pteromonnina herbacea (DC.) B. Eriksen			x		h	PGA 1840
Pteromonnina macrostachya (Ruiz & Pav.) B. Eriksen			x	x	h	f¡
Pteromonnina pterocarpa (Ruiz & Pav.) B. Eriksen	x				a	f¡

POLYGONACEAE							
Polygonum hydropiperoides Michx.		x	x			h	PGA 118
Rumex conglomeratus Murray		x	x			h	PGA 243
Rumex crispus L.		x	x			h	PGA 244
Rumex obtusifolius L.		x	x			h	f¡
PONTEDERIACEAE							
Eichhornia crassipes (Mart.) Solms		x				h	f¡
PORTULACACEAE							
Portulaca oleracea L.	x	x				h	f¡
PRIMULACEAE							
Anagallis arvensis L.		x	x			h	PGA 246
PTERIDACEAE							
Adianthum sp.		x	x			h	f¡
Astrolepis sinuata (Lag. ex Sw.) D. M. Benham & Windham	x					h	f¡
Pteris vittata L.		x				h	PGA 1566
RANUNCULACEAE							
Clematis dioica L.	x	x	x			a	PGA 1751/1851
Thalictrum longistylum DC.			x			h	f¡
RHAMNACEAE							
Scutia spicata (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Weberb.	x					a	PGA 1590
ROSACEAE							
Hesperomeles weberbaueri C.K. Schneid.			x			a	PGA 1891
RUBIACEAE							
Arcytophyllum thymifolium (Ruiz & Pav.) Standl.			x			a	PGA 1863
Galium ferrugineum K. Krause			x		x	h	PGA 1882
Spermacoce tenuior L.		x				h	f¡
SALICACEAE							
Salix humboldtiana Willd.		x				ab	f¡
SAPINDACEAE							
Cardiospermum corindum L.		x	x			a	PGA 176
Sapindus saponaria L.			x			ab	f¡
Serjania diffusa Radlk.			x	x		a	PGA 1879
SCROPHULLARIACEAE							
Alonsoa meridionalis (L. f.) Kuntze			x			a	PGA 1895
Buddleja americana L.			x			a	PGA 1586
Galvesia fruticosa Gmel.	x					a	PGA 1842/131
SOLANACEAE							
Acnistus arborescens (L.) Schltdl.		x				a	PGA 235
Browalia americana L.	x					h	PGA 1717

Cestrum auriculatum L'Héritier.			x				a	PGA 233/1752
Datura stramonium L.			x				h	PGA 155
Exodeconus maritimus (Benth.) D'Arcy		x					h	PGA 236
Exodeconus prostratus (L'Heritier) Raf.		x				x	h	PGA 1770
Grabowsckia boerabiaefolia (L. f.) Schltdl.	x	x					a	PGA 253
Jaltomata cf. *dentata*				x			h	PGA 1861
Jaltomata propinqua (Miers) Mione & M. Nee				x		x*	h	f¡
Leptoglossis schwenckioides Benth.		x				x	a	PGA 1822
Lycianthes lycioides (L.) Hassl.				x			a	f¡
Lycium nodosum Miers		x					a	f¡
Nicandra physalodes (L.) Gaertn.			x	x			h	PGA 169
Nicotiana glauca Graham		x	x				ab	PGA 143/1771
Nicotiana glutinosa L.		x	x				h	PGA 151/1757
Nicotiana paniculata L.			x	x		x	h	PGA 156
Nolana inflata Ruiz & Pav.	x					x	h	PGA 1578
Nolana laxa (Miers) I.M. Johnst.	x	x				x*	h	PGA 1710
Solanum aff. *pentlandii*				x	x		h	PGA 1877
Solanum aff. *americanum*			x	x	x		h	PGA 1776/1847
Solanum americanum Mill.			x				h	PGA 172/1738
Solanum basendopogon Bitter				x			a	f¡
Solanum cf. *fragile*				x			a	PGA 1877
Solanum cf. *gonocladum*				x			a	PGA 1853
Solanum corneliomulleri J. F. Macbr.		x		x			h	PGA 237/1747
Solanum elaeagnifolium Cav.		x					a	f¡
Solanum gonocladum Dunal				x	x		a	f¡
Solanum habrochaites S. Knapp & D. M. Spooner			x	x			h	PGA 140 /1737
Solanum pennellii Correll	x	x					h	PGA 252/1723
Solanum pimpinellifolium L.			x				h	PGA 165 /1753
Solanum simplicissimum Ochoa				x		x*	h	f¡
TALINACEAE								
Talinum triangulare (Jacq.) Willd.		x					h	PGA 1724
THELYPTERIDACEAE								
Thelypteris glandulosolanosa (C. Chr.) R. Tryon			x				h	f¡
TROPAEOLACEAE								
Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pav.				x			h	PGA 1903
TYPHACEAE								
Typha domingensis Pers.				x			h	f¡
URTICACEAE								
Parietaria debilis G. Forst.		x	x	x			h	f¡
Phenax laevigatus Wedd.				x			a	PGA 1854

Urtica magellanica uss. ex Poir.			x		h	PGA 1880
Urtica urens L.			x		h	f¡
VERBENACEAE						
Aloysia scorodonioides var. *hypoleuca* (Briq.) Moldenke	x				a	f¡
Aloysia virgata var. *virgata* (Ruiz & Pav.) A. L. Juss. ex Moldenke	x				a	PGA 1778
Duranta mandonii Moldenke			x		a	f¡
Glandularia sp.			x		h	f¡
Lantana tiliifolia Cham.			x		a	PGA 1886
Lantana zahlbruckneri Hayek	x			x	a	f¡
Lippia nodiflora (L.) Michx.		x			a	PGA 160
Verbena cuneifolia Ruiz & Pav.			x		h	PGA 1870
Verbena litoralis Kunth		x			h	PGA 152
Verbena pogostoma Klotzsch			x	x	h	f¡
ZYGOPHYLLACEAE						
Fagonia chilensis Hook. & Arn.	x				a	PGA 1727
Kallstroemia parviflora Norton	x				h	PGA 1831
Tribulus terrestris L.	x	x			h	PGA 129/1830

Arnaldoa 22 (1): 183 - 200, 2015 ISSN: 1815-8242

Estado poblacional de los saurios (Lacertilia) del Sotavento del "Cerro Campana", Trujillo, La Libertad, 2013

Populational status of the saurian (Lacertilia) from "Cerro Campana", Trujillo, La Libertad, 2013



Juan Chávez Arribasplata, William Zelada Estraver & Cindy Barboza Sánchez

juancarlos.chav@gmail.com, wzelada@unitru.edu.pe

Área de Zoología de Vertebrados, Dpto. Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo.

Resumen

Las lomas costeras, ecosistemas únicos en vías de desaparición como consecuencia de acciones antrópicas, presentan pérdida de biodiversidad. Los saurios con un rol ecológico importante; en muchos aspectos muy desconocidos, deben ser estudiados; por ello, con el fin de conservación, mediante los métodos de observación directa y captura manual se estudió las principales variables ecológicas (riqueza, frecuencia, densidad, abundancia, distribución, diversidad específica, proporción etárea y de sexos) de los saurios del sotavento del Cerro Campana. Se registró cinco especies de lacertilia, con *Microlophus koepckeorum*, como la más frecuente y abundante, seguida de *M. thoracicus. M. koepckeorum* se distribuye por todo el sotavento con densidad de 3.6. *M. thoracicus* se encuentra entre los 150 y 350 m.s.n.m., con densidad de 0.8. *D. heterolepis* se encuentra entre los 150 a 450 m.s.n.m., con densidad de 0.4., *Phyllodactylus inaequalis* se localiza entre los 150 y 350 m.s.n.m., con densidad de 0.2. *Medopheos edracanthus* registrada entre los 400 y 450 m.s.n.m., con densidad de 0.1.

Palabras clave: Loma, Cerro Campana, Saurios, Estado Poblacional.

Abstract

The coastal hills, unique ecosystems disappearing as a result of human actions, present biodiversity loss. The lizards with an important ecological role; too many unknown aspects should be studied; therefore to conservation through the methods of direct observation and study manual capture major ecological variables (wealth, frequency, density, abundance, distribution, species diversity race, age and gender ratio) of the saurian downwind Cerro Campana. Five species of lacertilia with *Microlophus koepckeorum* as the most frequent and abundant, followed by *M. thoracicus registering. M. koepckeorum* is distributed throughout the leeward density of 3.6. *M. thoracicus* is between 150 and 350 m, with density of 0.8. *D. heterolepis* is between 150-450 m, with density of 0.4., *Phyllodactylus inaequalis* is located between 150 and 350 m, with a density of 0.2. *Medopheos edracanthus* recorded between 400 and 450 m, with a density of 0.1.

Keywords: Knoll, Cerro Campana, Lizards, Population State.

Introducción

La pérdida de hábitat, causa principal del decremento de la biodiversidad, propicia cambios parciales (perturbación o degradación) o totales (destrucción), con una gama de intensidades, desde, pérdida de algunas especies, estructura y funciones del ecosistema, hasta la transformación completa del hábitat (Primarck *et al*., 2001). Ello no escapa, a la realidad de los sistemas naturales peruanos, por la constante presión antrópica, que amenazan su existencia y la de sus componentes (INRENA, 1997; Zelada, *et al*., 2002).

Los hábitats, aún cuando no son afectados por destrucción o fragmentación evidentes, sus comunidades y especies pueden estar profundamente afectadas por actividades humanas que, a corto plazo no cambian la estructura de las especies dominantes de la comunidad, de tal forma que, el daño no es visible inmediatamente (Wilson & Díaz, 2001); situación que a largo plazo va a generar un gran problema, generalmente irreversible, con el abandono de especies, adaptándose, movilizándose o dispersándose, si son generalistas o, muriendo, si son especialistas (Mac Naughton & Wolf, 1984).

La evaluación y el seguimiento de las poblaciones en sus respectivos microhábitats, detecta sus respuestas frente a cambios ambientales y puede centrarse en especies particularmente sensibles, que son usadas como especies indicadoras de la

estabilidad de las comunidades biológicas en el largo plazo. (Mac Naughton & Wolf, 1984; Primarck, 2001).

El Perú, con una gran diversidad de sistemas naturales, lleva consigo la problemática actual, que se agudiza sobre los hábitats (Brack, 1986); peligrando tanto sistemas como la biodiversidad específica, sistémica, y genética. En La Libertad, particularmente en las lomas costeras (Cerro Campana, Cerro Cabezón, Cerro Prieto, Cerro Chiputur y Cerro Cabras), humedales, comunidades macrotérmicas y xerofíticas, así como matorrales desérticos y montes espinosos de las partes altas de Poroto, alrededores de Trujillo, Simbal, Quirihuac, Cerro Blanco, Chao y Virú, se encuentran en grave peligro por la presión antrópica permanente (Zelada, 2003); sumado los fenómenos naturales que en ocasiones son catastróficas, han incrementado la pérdida de hábitats (Vargas, 2000; Zelada, *et al.*, 2002).

Las lomas consideradas como ecosistemas críticos; fundamentalmente por actividades antrópicas; y por la trascendencia, de ser consideras como ambientes ecológicamente primarios. Y que probablemente, concentren la mayor biodiversidad de la costa del Perú (Valverde, 2005).

Las "Comunidades lomales" presentan una fauna peculiar (Aguilar, 1985; Aguilar & Arrate, 1974; Brack, 1986), conservando aún, una buena cantidad de especies, como los reptiles, que presentan un número considerable de endémicos; a pesar que el desierto costero peruano es una de las más amenazadas (Pérez & Balta, 2007).

Aguilar & Türkowsky, (1977) reportan Geckónidos e Iguánidos en tillandsiales de Cajamarquilla (Lima). Pefaur *et al.* (1978) y Venegas (2005) reportan características morfológicas y ecológicas de especies de lomas costeras, de los géneros: *Phyllodactylus, Dicrodon* y *Microlophus*. En las lomas de Atiquipa y Mejía, se encuentran Gekkonidae (*Phyllodactylus*) y Tropiduridae (*Liolaemus* y *Microlophus*) con *Microlophus tigris* muy abundante y otras escasas como *Microlophus peruvianus* (Zeballos *et al.*, 2000). Del mismo modo, Pefaur, *et al.* (1978); Pérez, *et al.* (2008); y Jordan (2006), informan los hábitos alimenticios de especies de los géneros *Microlophus* y *Phyllodactylus* en la Reserva Nacional de Lachay y en la Zona Reservada de Tumbes, respectivamente.

En las lomas costeras de La Libertad, Alcántara (1971) indica la presencia de *Microlophus occipitalis* y *M. thoracicus*; la primera en todas las lomas de la provincia Trujillo, en cambio *M. thoracicus* se reporta en Cerro Cabezón, Cerro Prieto, Cerro Campana y Lomas de Virú, más no en Cerro Chiputur y en Cerro Cabras; y Bazán (1971), reporta a *Phyllodactylus inaequalis* y *P. microphyllus*.

El Cerro Campana, la loma más importante del extremo septentrional (Sagástegui *et al.,* 1988) presenta una rica y variada fauna (Briceño *et al.*, 1994), con 6 saurios, de 10 reptiles, de los 55 vertebrados (Zelada *et al.,* 1994; Zelada *et al.*, 2014). De *Microlophus keopckoerum* se conocen las principales propiedades emergentes de las poblaciones y la amplitud y solapamiento de nicho (Zelada, 1999; Zelada, 2003).

Teniendo registros y algunos aspectos ecológicos de la herpetofauna lomal, y la importancia trófica es necesario conocer sus poblaciones ; aspecto que servirá como base para evaluaciones posteriores, y determinar la salud de dicha comunidad lomal. Por otro lado, las poblaciones de saurios servirán como indicadores del equilibrio de este ecosistema, especialmente de *M.*

keopckoerum, por ser una especie residente, frecuente y densa (Zelada *et al.*, 2014).

En tal sentido, mediante el presente estudio se pretende conocer el estado poblacional de las especies de saurios del sotavento del Sistema Lomal Cerro Campana entre los meses Junio y Agosto del 2013.

Material y métodos

El Sotavento del Sistema Lomal Cerro Campana, se ubica entre el Norte y Sur Este, frente a la Carretera Panamericana Norte, entre los Km 575 y 582, a unos 15 Km, al noroeste de la ciudad de Trujillo, que en la Fig. 1 corresponde a la Zona A.

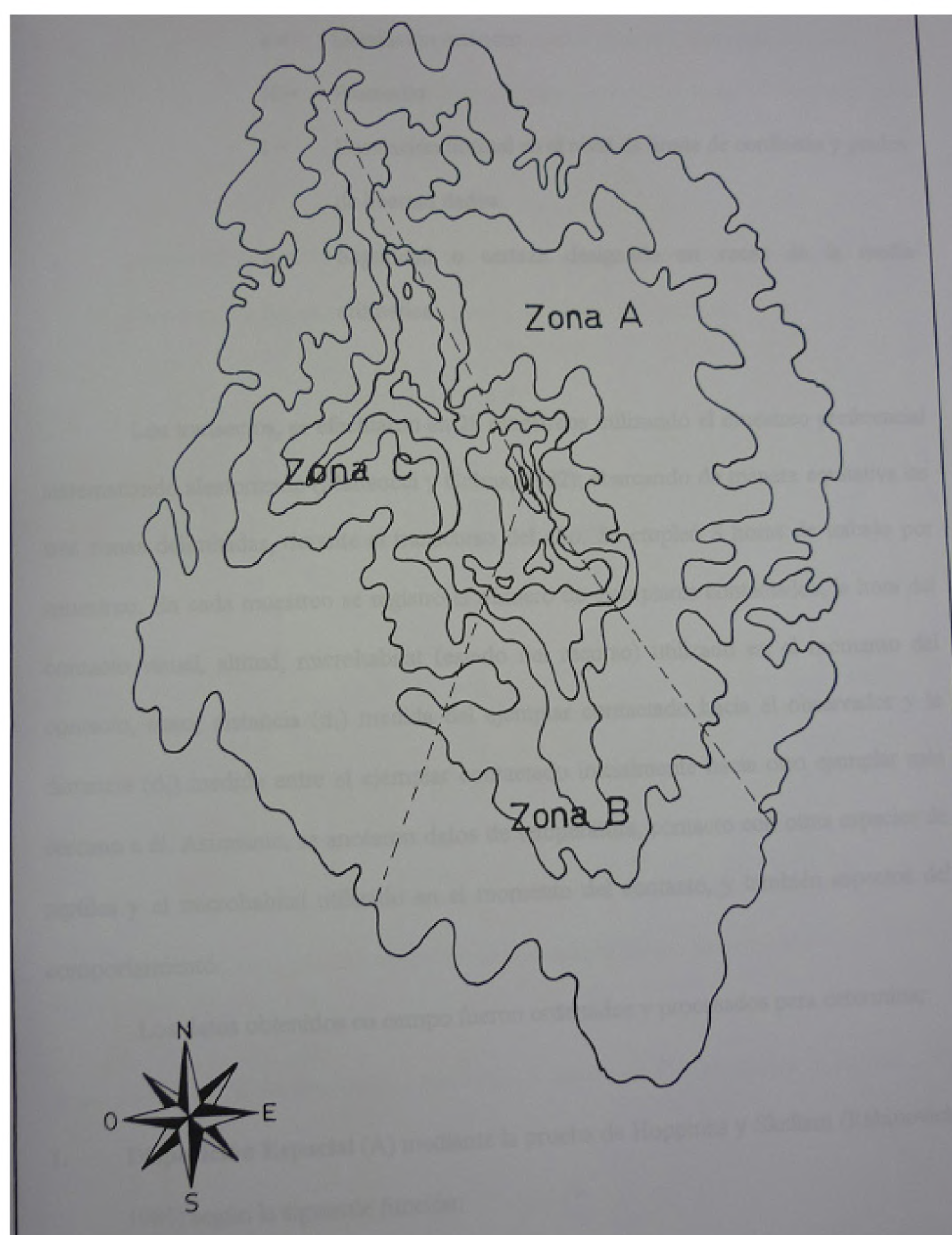


Fig. 1. Ubicación de las zonas del Cerro Campana: Sotavento (Zona A, 4000 ha), Zona de transición (Zona C, 1240 ha) y Barlovento (Zona C, 3500 ha) (tomado de Zelada, 1999).

El "Cerro Campana", con 993 m.s.n.m. se halla aislada de los contrafuertes occidentales andinos con una fauna y flora diversa (Mostacero *et al.*, 2007; Sagástegui *et al.*, 1988), de base arenosa ondulada, con matorral espinoso y sapotes, de donde se levanta el piso inferior hasta los 450 msnm, sobre el cual se desprende el Piso Superior. El piso inferior, mayormente rocoso-pedregoso, se inicia con tillandsiales grises, herbazales y arbustos, en terrenos ondulados y en quebradas que se levantan abruptamente hasta el piso superior, o en algunos casos con pendientes ligeramente fuertes. El piso superior, mayormente rocoso, de grandes precipicios, cubierto de tillandsiales verdes y diversas hierbas y arbustos, que en algunas quebradas del Barlovento presentan una elevada cobertura vegetal, sobre todo en época de lomas.

El Cerro Campana dividido en tres sectores (Fig. 1): Barlovento y Sotavento (Mostacero *et al.*, 2007; Sagástegui *et al.*, 1988), más el Sector de Transición (Zelada, 1999). El Barlovento, frente al mar, húmedo, con mayor cobertura vegetal. El Sotavento, con baja humedad relativa, mayormente seco, rocoso pedregoso, con menor

cobertura vegetal, y el sector de Transición, es el Ecotono, ubicado al Sur-oeste, franja donde se encuentran el Barlovento y Sotavento, con elevada cobertura vegetal y alta humedad relativa.

Entre Junio y Agosto del 2013, en 14 muestreos, mediante un diseño de muestreo sistemático aleatorizado, con transectos en franja (Zelada, 1999), con una unidad de 70 x 10 m^2, en 45 transectos, determinados con un muestreo piloto, aplicando el área mínima de expresión y el estadígrafo: N = S^2 / X^2 x100, respectivamente. Donde: N es el tamaño de muestra, S^2 la varianza del número de especies encontradas en cada repetición y X^2 el promedio del número de especies encontradas en cada repetición.

Por observación directa y captura manual, se contactaron los ejemplares, anotando nombre de la especie, número, etapa etárea y sexo de los individuos; posición UTM y altitud del transecto (Fig. 2).

Se determinó la riqueza específica, frecuencia absoluta y relativa, densidad absoluta y relativa, proporción sexual, proporción etárea y diversidad biológica. Se emplearon los índices de Shannon (H'), Simpson (D) y Margalef (Magurran, 1989), empleando el software de análisis estadístico ecológico PRIMER-E 5 versión 5.2.2 (Clarke & Gorley, 2001)

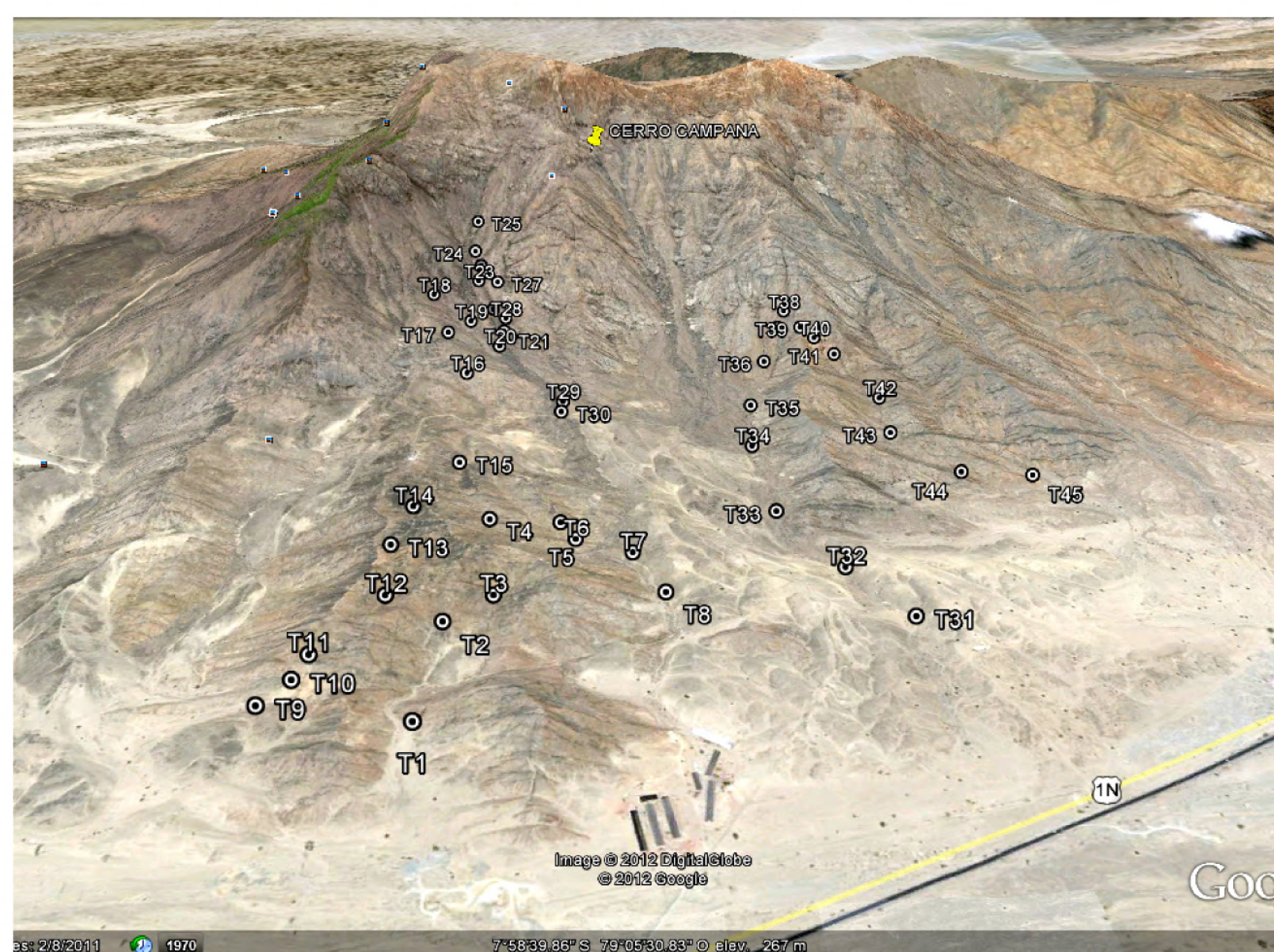


Fig. 2. Ubicación de los transectos (punto medio) en el Sotavento del Cerro Campana.

Resultados

En el Sotavento del Cerro Campana se registraron 5 saurios, representando a tres familias (Tabla 1), presentando una riqueza y diversidad específica bajas, según el Índice de Margalef = 0.78433, y el índice de Shannon-Wieener =0.94975, respectivamente. No se evidencia dominancia, tal como lo indica el índice de Simpson = 0.5203 (Tabla 2).

La mayor abundancia relativa la presenta *M. koepckeorum* (0.6951) (Fig. 2), seguida de *M. thoracicus* (0.1707) (Fig. 6.). La menor *M. edracanthus* (0.0183) (Fig. 4)(Tabla 2).

La población de *M. koepckeorum* muestra una distribución uniforme, entre los 150 y 600 msnm, manteniendo el número de individuos en cada estrato muestreado. *M. thoracicus* presenta un decremento conforme se incrementa la altura, desapareciendo desde los 350 m.s.n.m. al igual que *Ph.*

Tabla 1: Especies de saurios registrados en el Sotavento del Cerro Campana, Junio-Agosto, 2013

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE VULGAR
TROPIDURIDAE	*Microlophus thoracicus*	"lagartija del arenal"
	Microlophus koepckeorum	"lagartija de las rocas"
TEIIDAE	*Dicrodon heterolepis*	"borregón"
	Medopheus edracanthus	"corredora"
GECKONIDAE	*Phyllodactylus inaequalis*	"saltojo"

Tabla 2: Riqueza, abundancia relativa y diversidad de los saurios del Sotavento del Cerro Campana, Junio-Agosto, 2013.

	ESPECIES					TOTAL
	Microlophus thoracicus	***Microlophus koepckeorum***	***Phyllodactylus inaequalis***	***Dicrodon heterolepis***	***Medopheos edracanthus***	
Nº de Individuos	28	114	6	13	3	164
Abundancia Relativa (pi)	0.1707	0.6951	0.0366	0.0793	0.0183	1
Riqueza			5			
Riqueza (Margalef)			0.78433			
Índice de Shannon			0.94975			
Indice de Simpson			0.5203			

inaequalis (Fig. 5). *D. heterolepis* (Fig. 3) presenta una población muy baja en todos los estratos considerados en el muestreo, sin embargo, muestra un ligero incremento entre los 250 y 350 msnm. *M. edracanthus* se encuentra a partir de los 350 msnm y se mantiene conforme incrementa de altura (Fig. 3).

M. koepckeorum es el más frecuente (54.85 %), seguido de *M. thoracicus* (22.5 %). *Medopheos edracanthus* es poco frecuente (4.22 %). *M. Koepckeorum* presenta una elevada densidad relativa y es el más denso (69.49 %), respecto a una baja densidad de *M. thoracicus* (16.89 %), y muy baja, de las demás especies (Tabla 3).

El saurio más importante es *M. koepckeorum* (62.17 %), seguido de *M. thoracicus* (19.54 %), y el de menor importancia es *M. edracanthus* (03.07 %). La proporción sexual registrada para *M. koepckeorum* y *M. thoracicus* es de 1:1. En cambio, para *Ph. inaequalis, D. heterolepis* y *M. edraccanthus* la proporción es de 1 macho: 2 hembras, respectivamente (Tabla 3).

En cuanto a la proporción etárea, en *M. thoracicus* los pequeños son pocos, respecto a juveniles y adultos que son más o menos uniforme (5:13:10). En *M. koepckeorum* las proporciones etáreas tienen una tendencia a ser uniformes entre pequeños y juveniles, y algo débil la proporción respecto a los

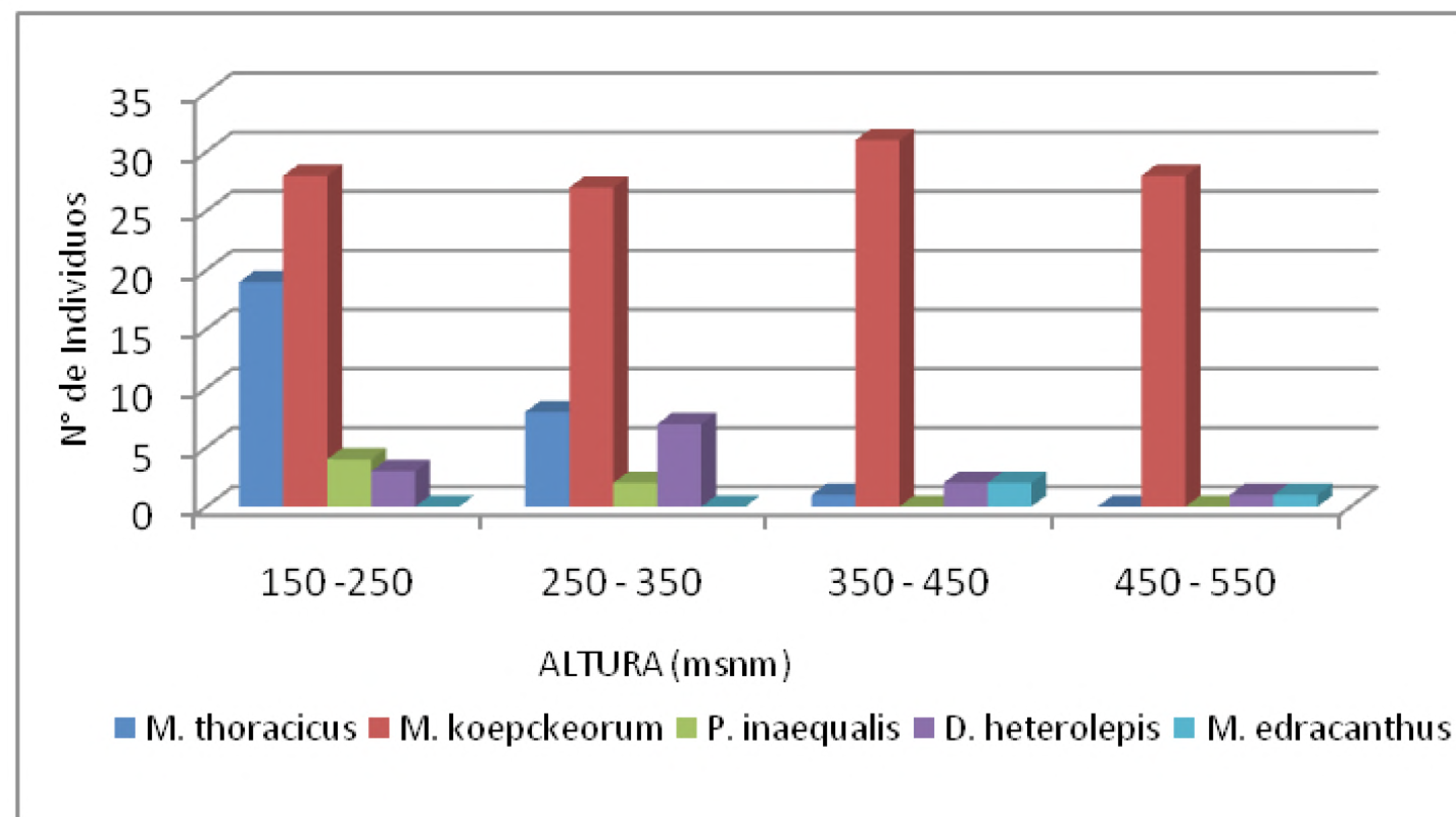


Fig. 3. Variación de la población de las especies de saurios respecto a la altura (150 – 550 m.s.n.m.).

adultos (32:37:45). En *Ph. inaequalis*, la proporción entre pequeños, juveniles y adultos tiene una tendencia a ser semejante (2:3:1). En *D. heterolepis,* la proporción entre pequeños y adultos es semejante y muy elevado, respecto a los juveniles (6:1:6). Por último, *M. edracanthus*, muestra una proporción muy semejante, no habiéndose registrado individuos pequeños (0:1:2) (Tabla 3).

Por otro lado, la mayor abundancia relativa la presenta *M. koepckeorum* (69.5 %), seguida de *M. thoracicus* (17.07 %), y *M. edracancthus* tiene la menor (1.87 %) (Tabla 3).

Discusión

Las comunidades lomales dentro de su composición herpetológica presentan a los saurios. La riqueza de saurios en el Sotavento del Cerro Campana, fue cinco (Tabla 1), mayor de las reportadas por Alcántara (1971), Bazán (1971) quienes reportaron dos Tropiduridae (*M. koepckeorum* y *M. thoracicus*) y dos Gekonidae (*Ph. inaequalis* y *M. microphylus*), respectivamente; el primero sólo estudió a los Iguánidos, ahora taxonómicamente dentro de los Tropiduridae y el segundo a los Gekonidae. Zelada *et al.* (2014), registran seis especies, una más (*Phyllodactylus microphylus*), para toda la loma, que registró también Alcántara (1971); que probablemente no se registró porque es una especie pequeña, nocturna, muy huidiza, y que habita mayormente los tillansiales grises, formación que se encuentra en la base de la loma y al sur-oeste de la loma en mayor densidad. Por lo tanto, la composición herpetológica del Cerro Campana se mantiene con la misma caracterización específica, constituyendo importantes eslabones dentro de la dinámica trófica del sistema natural, con excepción de *Ph. microphylus* (Zelada, 1999).

Por otro lado, el presente trabajo muestra registros en el sotavento de loma Cerro Campana, entre Junio y Agosto, "época de lomas", caracterizada por el incremento de la cobertura vegetal y por tanto, de disponibilidad de alimento (Mostacero *et al.*, 2007). Sin embargo, no fue un buen período de lomas, como años anteriores, teniendo diferencias en la cobertura vegetal, iluminación y temperatura.

Jaksic & Medel (1987), para *Liolaemus fuscus, L. lemniscatus, L. monticola, L. nitidus* y *L. schroederi,* indican que en el caso de verano, cuando los recursos son más limitantes que en primavera, se observa mayor dispersión en el uso del Microhábitat, debido a la

Tabla 3. Variables sintéticas, proporción de sexos, y abundancia por estados biológicos, obtenidos de los transectos por observación directa, en el sotavento del Cerro Campana 2013.

ESPECIE	FRECUENCIA		DENSIDAD		LÍMITE DE IMPORTANCIA	PROPORCION DE SEXOS (MACHO:HEMBRA)	ESTADO BIOLÓGICO			ABUNDANCIA	
	ABS	REL	ABS	REL			pequeños	juveniles	adultos	ABS	REL
Microlophus thoracicus	35.55%	0.23	0.00088	0.1689	19.71	01:01	5	13	10	28	17.07
Microlophus koepckeorum	86.66%	0.55	0.00362	0.6949	62.22	01:01	32	37	45	114	69.5
Phyllodactylus inaequalis	11.11%	0.07	0.0002	0.0384	5.44	01:02	2	3	1	6	3.64
Dicrodon heterolepis	17.77%	0.11	0.00041	0.0786	9.56	01:02	6	1	6	13	7.92
Medopheos edracanthus	6.66%	0.04	0.0001	0.0192	3.07	01:02	0	1	2	3	1.87
TOTAL	158%	100%	0.00521	1.00			45	55	64	164	100

ocupación de microhábitats subóptimos, como consecuencia de la mayor competencia interespecífica. Situación que se da en el Cerro Campana, y más aún en el sotavento, para el caso de los saurios *M. koepckeorum, M. thoracicus, D. heteroplepis, M. edracanthus, Ph. inaequalis* y *Ph. microphylus*; lo que involucra mayor actividad dispersándose por toda el área ocupando la mayor cantidad de microhábitats, por lo que pueden ser más visibles y mejor inventariados y evaluados, ya que la cobertura vegetal disminuye bastante; aspecto que en invierno (época de lomas) cambia, con una elevada cobertura vegetal, mayor disponibilidad de alimento, generalmente uso de los microhábitats óptimos, no dispersándose demasiado, ya que todas las condiciones de hábitat y alimento son muy buenas, situación que puede conllevar a tener menor contacto visual de los individuos y por ende a ser subevaluados, aspecto que dependerá del método que se empleé (Zelada, 1999; Zelada, 2003).

De las 5 especies registradas, todas presentaron distribución diferente. *M. koepckeorum* es la más adaptada al sotavento de la loma, por ser el más frecuente (54.85 %), denso (69.49 %) y abundante (69.5 %), a lo largo de la gradiente altitudinal, ocupando hábitats arenosos, rocosos, pedregosos y de vegetación seca, sin embargo, la mayor densidad se halla en hábitats rocosos y pedregosos, encontrando una situación muy similar a lo indicado por Zelada (1999). Pero, la mayor densidad de esta especie se debe a que el sotavento del sistema lomal del Cerro Campana, presenta una superficie mayormente rocoso pedregoso, hábitats óptimos de *M. koepckeorum* (Zelada, 2003). Además, se le encuentra distribuida por toda la comunidad lomal del Cerro Campana entre los 130 y 800 m.s.n.m.; pero su distribución no es homogénea, manifestando una mayor presencia entre los 200 y 500 m.s.n.m. (Zelada, 1999; Zelada, 2003).

La densidad absoluta de *M. koepckeorum*, encontrada en el presente trabajo, fue de 3.6 individuos por cada mil metros cuadrados. Zelada (1999) y Zelada (2003) indica que la densidad de los individuos era de 4.33 por cada hectárea para toda la loma (sotavento, ecotono y barlovento). Esta diferencia se debe que al muestrear algunas unidades muestrales no registró presencia, lo que ocasiona una disminución del valor de la densidad a la hora de calcularla; hecho que no sucedió en esta investigación ya que la especie estuvo presente en cada unidad muestral.

La frecuencia relativa de 55.5 % elevada y una proporción de sexos de 1:1, concuerda con Zelada (2003). El número de individuos por estado biológico muestran que la población de adultos es la más abundante (45 individuos), seguida de los juveniles (37 individuos) y finalizando con los pequeños (32 individuos). Situación dada por la abundancia y disponibilidad de alimento y refugio, que en esta época es elevada y porque los pequeños no sobrepasan de tres a cuatro meses, y que mayormente se hallan dentro o cerca a sus refugios por que la cobertura vegetal y microhábitats disponibles es muy elevada. El valor de importancia es de 62.17, coloca a *M. koepckeorum* como la más importante de la comunidad de saurios de la zona sotavento de la loma Cerro Campana.

La segunda especie más abundante fue *M. thoracicus*, ocupando mayormente hábitats arenosos propios de la base de la loma Cerro Campana, cuya población va decreciendo desde los 150 hasta los 350 m.s.n.m., altura a la que la población no tiene individuos, producto de que su

hábitat preferido (arenoso) desaparece; aspectos que coinciden con lo mencionado por Alcántara (1971) y Zelada (2003).

Se encontró, que *M. thoracicus* presenta una densidad absoluta de 0.8 individuos por cada mil metros cuadrados, con una frecuencia absoluta de 35.55% y una proporción de sexos de 1:1. Respecto a la población de esta especie, los resultados muestran que los más abundantes son los juveniles (con 13 individuos) seguidos por los adultos (10 individuos) y por último los pequeños (5 individuos). Alcántara (1971), registró la presencia de *M. thoracicus* en las lomas costeras Cerro Campana, Cerro Cabras, Cerro Prieto y Lomas de Virú, con una proporción de sexos de 1:2 siendo las hembras las más abundantes, resultado que difiere del valor encontrado en esta investigación (1:1). Considerando, que la población ha variado en el tiempo, producto de influencias ambientales antropogénicas, especialmente las últimas décadas, en alrededores y base del Cerro Campana, se han asentado granjas avícolas, y extractores de material de construcción (minería no metálica) hábitat preferido de *M. thoracicus* (Alcántara, 1971). El valor de importancia de esta especie es de 19.545, valor que la coloca en el segundo puesto más importante del ecosistema estudiado.

Dicrodon heterolepis, tercera especie en abundancia del ecosistema estudiado, debido a que ocupa hábitats arenosos, rocosos, pedregosos, vegetación seca, vegetación rastrera herbácea y arbustiva, entre los 150 a 450 m.s.n.m., siendo más abundante entre los 250 a 350 m.s.n.m. Zelada (2003), registró hasta los 600 msnm, y su abundancia se encontraba en la base de la loma. La densidad absoluta que presenta esta especie es de 0.4 individuos por cada mil metros cuadrados y con una frecuencia de 17.77%. La proporción de sexos es de 1:2 siendo más abundantes las hembras. La distribución de los estados biológicos en la población de esta especie comienza en orden de abundancia con los adultos (6 individuos), seguido por los pequeños (6 individuos) y por último, los juveniles (1 individuo); sin embargo, el número de individuos muestreados en total para esta especie no refleja un dato suficiente para determinar certeramente la distribución de los estados biológicos en su población. La presencia de esta especie en la loma costera Cerro Campana también fue evidenciada por Zelada (2003) y en las Lomas de Poroto por Marín (2000). El valor de importancia bajo, 9.55, nos indica que es una especie aparentemente, sin trascendencia, pero a la vez, involucra muchas interrogantes, como porque su abundancia y densidad son muy bajas, ya que las condiciones de hábitat y alimento aún existen; sin embargo, la permanente acción antrópica, parece estar mermando sus poblaciones, por pérdida de microhábitats subóptimos, los que permiten colonizar y a la vez mantener a las poblaciones en épocas que las condiciones son desfavorables, aspecto que no se está dando en el Cerro Campana (Zelada, 2003). Por otro lado, está ubicada como Casi Amenazada-NT (MINAGRI, 2014), situación que debe ser investigada, para determinar el decremento de sus poblaciones.

Phyllodactylus inaequalis, con menor abundancia, ha sido registrada en el Cerro Campana (Bazán, 1971); sin embargo, no se tienen registros de sus variables ecológicas. Se encontraron solo 6 individuos en el área evaluada, los cuales fueron encontrados en los hábitats pedregosos y en los tillandsiales grises, tal como lo describe Bazán (1971), refugiados de la luz solar al ubicarse bajo las piedras y entre las hojas de las tillandsias. La especie se distribuye entre los 150 a 350

m.s.n.m. con una frecuencia de 11.11% y una densidad absoluta de 0.2 individuos por cada mil metros cuadrados. La proporción de sexos de esta especie es de 1:2 siendo las hembras las más abundantes. Al ser los 6 individuos encontrados insuficientes para determinar la distribución de estados biológicos en la población, solamente se mencionan las cantidades encontradas de cada estado, habiéndose encontrado 1 individuo adulto, 3 individuos juveniles y 2 individuos pequeños. Su valor de importancia es de 5.435, indicando que esta especie no es muy relevante a pesar de su importancia en la red trófica de la loma.

Medopheos edracanthus, la menos abundante, con densidad y frecuencia relativa, muy bajas, 0.1 individuos por cada mil metros cuadrados, y 4%, respectivamente, registrada por (Zelada *et al.*, 2002; Zelada *et al.*, 2014) en el Cerro Campana, y en las Lomas del Panteón - Poroto (Marín, 2000), sugiere rarefacción o escacez, por el registro de 3 individuos entre los 400 a 550 m.s.n.m. (2 adultos y 1 juvenil), y la proporción de un macho por dos hembras, sin embargo, la especie mayormente se encuentra en la zona de transición o ecotono, sector que no ha sido muestreado en está ocasión (Zelada *et al.,* 2002), por ende, se sugiere realizar investigaciones más amplias u orientadas a muestrear toda la loma.

La riqueza baja, con 5 especies, se relaciona con la diversidad específica baja encontrada, como lo corroboran Shannon-Wieener =0.94975. y el índice de Simpson = 0.5203; a la vez que esté último indica una dominancia media (Tabla 2). En ambientes del desierto costero la riqueza de saurios es baja como se ven en los listados de Zeballos *et al.* (2000); Zelada *et al.* (1994) y Zelada *et al.* (2014) con 5, 6 y 6, respectivamente, presentándose siempre especies de los géneros *Phyllodactylus* y *Microlophus*. Sobre la tendencia a una dominancia, se ve reflejado en la frecuencia y abundancia, elevadas de *M. koepckeorum* en todos los sectores de la loma (Zelada, 1999).

Por otro lado, la riqueza como la diversidad específica bajas, se deben por el ambiente desfavorable, donde sólo algunas especies, han logrado adaptarse para poder sobrevivir y mantener sus poblaciones, durante fluctuaciones estacionales muy divergentes entre favorables y desfavorables (Zelada, 2003). Entre tanto, la abundancia, atributo que varía en el tiempo y el espacio, de particular importancia en el manejo de poblaciones silvestres, mediante su estimación permite evaluar y comparar su estado a través del tiempo en un determinado lugar; además de servir como criterio para determinar la calidad del hábitat, cosecha y seguimiento en los planes de manejo, es una herramienta importante en la toma de decisiones para la conservación de la fauna silvestre (Ojasti, 2000).

Conclusiones

La comunidad de saurios del sotavento del Cerro Campana presenta:

- Una composición que forman parte y mantienen la trama trófica.

- Una riqueza y diversidad, específicas bajas.

- A *M. koepckeorum* como la especie frecuente y más abundante con distribución por todo el sotavento.

- A *M. edracanthus* como la especie más escasa y menos frecuente.

Literatura citada

Aguilar, P. & J. Arrate. 1974. Moluscos de las Lomas Costeras del Perú. Anales Científicos U. N. A. XII (3-4): 93-98.

Aguilar, P. & J. Türkowsky. 1977. Fauna Desértico-costera peruana – III: observaciones en el tillandsial de Cajamarquilla, Lima. Revista Peruana de Entomología, XX (1): 81-85.

Aguilar, P. 1985. Fauna de las Lomas Costeras del Perú. Bol. de Lima. No 41:17 p.

Alcántara, F. 1971. Iguánidos de las lomas de la provincia Trujillo. Tesis para optar el grado de bachiller en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo – Escuela de Ciencias Biológicas., 11-28.

Bazán, W. 1971. Gecónidos de las lomas de la provincia Trujillo. Tesis para optar el grado de bachiller en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo – Escuela de Ciencias Biológicas., 6-41.

Brack, A. 1986. Las ecoregiones del Perú. Boletin de Lima (44): 557-70.

Briceño, J.; E. Rodriguez; L. Pollakc & C. Vergara. 1994. Importancia Natural y Cultural del Cerro Campana: Estado actual y Perspectivas. En II Jornadas de Investigación en CC.BB. Realizadas del 24-25 nov. Trujillo. p. 402-406.

Clarke, K. & R. Gorley. 2001. PRIMER v5: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth

INRENA. 1997. Estudio nacional de la diversidad biológica (Vol. I). Lima: Ministerio de agricultura.

Jaksic, F. & R. Medel. 1987. El acuchillamiento de datos como método de obtención de intervalos de confianza y de prueba de hipótesis para índices ecológicos. Notas Técnicas. MEDIO AMBIENTE 8 (2): 95 - 103.

Jordan, J. 2006. Dieta de *Phyllodactyllus reissi* (Sauria: Geckonidae) en la Zona Reservada de Tumbes, Perú. Rev. Peru. Biol., XXIII (1): 121-123.

Mac Naughton, S. & L. Wolf. 1984. Ecología General (Primera ed.). Barcelona: Editorial Omega.

Magurran, A. 1989. Diversidad Ecológica y su Medición (Primera ed.). España: Editorial VEDRA.

Marín, M. 2000. Estratificación etárea de los saurios de las "Lomas de Poroto" Trujillo, de febrero - Julio del 2000. Tesis para optar el título de Biólogo, Facultad de CC.BB. UNT.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI). 2014. DS. N° 004-2014-MINAGRI. Decreto Supremo que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas. Diario El Peruano. Año XXXI - N° 12813. Martes 8de Abril de 2014.

Mostacero, J.; F. Mejía; W. Zelada & C. Medina. 2007. Biogeografía del Perú (Primera ed.). Editorial de la Asamblea Nacional de Rectores..

Ojasti, J. 2000. Manejo de fauna silvestre neotropical. F. Dallmeier (ed.) SIMAB Series N° 5. Smithsonian Institution/MAB Program, Washington, D.C

Pefaur, J.; J. Dávila; E. López & A. Núñez. 1978. Distribución y Clasificación de los reptiles del departamento de Arequipa. Boletin del Instituto Francés de Estudios Andinos, VII (1): 129 – 139.

Pérez, J. & K. Balta. 2007. Ecología de la comunidad de saurios diurnos de la Reserva Nacional de Paracas, Ica, Perú. Rev. Peru. Biol., XXIII (3): 169 – 176.

Pérez, J.; K. Balta; R. Ramírez & D. Susanibar. 2008. *Succinea peruviana* (Gastropoda) en la dieta de la lagartija de las Lomas *Microlophus tigris* (Sauria) en la Reserva Nacional de Lachay, Lima, Perú. Rev. Peru. Biol. , XV (1): 109-110.

Primarck, R.; R. Roíz; R. Dirzo & F. Massardo. 2001. Fundamentos de conservación biológica. México: Fondo de cultura económica.

Sagástegui, A.; J. Mostacero & S. López. 1988. Fitoecología del Cerro Campana (Provincia de Trujillo). Bol. Soc. Bot. De La Libertad. N° 1-2: 1-47.

Valverde, D. 2005. Evaluación de la Fauna de Vertebrados de las Lomas de Iguanil. Revista Zonas Áridas (9): 9-17.

Vargas, M. 2000. Amplitud de nicho de *Plesiomicrolophus keopckoerum* (Mertens, 1956) en las lomas de Poroto, Trujillo, de Febrero-Julio del 2000. Tesis para optar el título de Biólogo en la Facultad de CC.BB. - UNT.

Venegas, J. 2005. Herpetofauna del bosque seco ecuatorial del Perú: taxonomía, ecología y biogeografía. Revista Zonas Áridas (9): 9–17.

Wilson, M. & I. Díaz. 2001. Fundamentos de conservación biológica. México: Fondo de cultura económica.

Zeballos, H.; L. Villegas; R. Gutiérrez; K. Caballero & P. Jiménez. 2000. Vertebrados de las lomas de Atiquipa y Mejía, sur del Perú. Revista Ecología de Latino América, VII (3): 11-18.

Zelada, W.; E. Vergara; S. Saenz & H. Horna. 1994. Fauna Herpetológica del Cerro Campana, Trujillo - La Libertad, Perú. II Jornadas de Investigación en CC.BB. Trujillo: 354-357 p.

Zelada, W. 1999. Principales propiedades emergentes de las poblaciones de *Plesiomicrolophus keopc-*

koerum (Mertens, 1956) en el Cerro Campana-Trujillo. Tesis para optar el Grado de Master. U.N.T.

Zelada, W.; P. Caballero; A. Martín; L. Pollack; E. Huamán & A. Morillos. 2002. Amplitud y Solapamiento de Nicho de *Plesiomicrolophus keopckoerum* (Sauria) en la loma del Cerro Campana- Trujillo. XIV Congreso Nacional de Biología.

Zelada, W. 2003. Amplitud de Nicho de *Plesiomicrolophus koepckeorum* (Sauria) en función del Microhabitat en cinco sistemas naturales de la provincia de Trujillo (La Libertad). Trab. Hab. Promoción Docente. U.N.T.

Zelada, W.; L. Polláck; C. Medina & H. Castillo. 2014. Vertebrados del sistema lomal "Cerro Campana", Trujillo-La Libertad, Perú. Arnaldoa 21(1): 221-240.

ANEXO

Cuadro 1. Abundancia absoluta de los saurios del sotavento del Cerro Campana, 2013

Muestra	Especies					Individuos por muestra	**Especies por muestra**
	Microlophus thoracicus	***Microlophus koepckeorum***	***Phyllodactylus inaequalis***	***Dicrodon heterolepis***	***Medopheos edracanthus***		
1	2	1	1			4	3
2			1			1	1
3	1	1	2			4	3
4	1	4				5	2
5	3	3				6	2
6	2	2				4	2
7	1	4				5	2
8	2	1		3		6	3
9	1					1	1
10	2	1				3	2
11		1				1	1
12						0	0
13	1	2				3	2
14		2				2	1
15		3				3	1
16		2				2	1
17	1					1	1
18		6				6	1
19		2			1	3	2
20		2				2	1
21		4				4	1
22		8				8	1
23		4				4	1
24		6				6	1
25		9				9	1
26		5			1	6	2
27		2		1		3	2
28		2			1	3	2
29		4				4	1
30		1				1	1
31		2				2	1
32	4			1		5	2
33	1	2				3	2
34	1	2	1	3		7	4
35		3	1	2		6	3
36		4				4	1
37		4		1		5	2
38		3				3	1

39		2				2	1
40		2				2	1
41	4	1				5	2
42				1		1	1
43		2		1		3	2
44	1	3				4	2
45		2				2	1



Fig. 1. Vista panorámica del Sotavento del Sistema lomal Cerro Campana.



Fig. 2. Ejemplar macho de *M. koepckeorum*.



Fig. 3. Ejemplar juvenil, macho, de *D. heterolepis*



Fig. 4. Ejemplar de *M. edracanthus*



Fig. 5. Ejemplar de *Ph. inaequalis.*



Fig. 6. Ejemplar de *M. thoracicus.*

Arnaldoa 22 (1): 201 - 224, 2015 ISSN: 1815-8242

Solanum lycopersicum L. "tomate" y *Solanum muricatum* Aiton "pepino" (Solanaceae) dos frutas utilizadas en el Perú Prehispánico

Solanum lycopersicum L. "tomato" and *Solanum muricatum* Aiton "melon pear" (Solanaceae) two edible fruits used in Pre-Hispanic Peru

Segundo Leiva González
Museo de Historia Natural, Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, Casilla Postal 1075, Trujillo, PERÚ
segundo_leiva@hotmail.com/cleivag@upao.edu.pe
Guillermo Gayoso Bazán
Museo de Historia Natural, Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, Casilla Postal 1075, Trujillo, PERÚ.
ggayoso@upao.edu.pe
Luis Chang Chávez
Museo de Historia Natural, Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, Casilla Postal 1075, Trujillo, PERÚ.
lchangc@upao.edu.pe

Resumen

Se describe e ilustra en detalle a *Solanum lycopersicum* L. "tomate" y *Solanum muricatum* Aiton "pepino" (Solanaceae) y se indaga sobre su conocimiento popular en la población de Trujillo y áreas aledañas del norte del Perú quienes las utilizan como frutas desde épocas prehispánicas. Asimismo, se identifican y describen representaciones de las mencionadas frutas en la colección de cerámica Moche que custodia el Museo de Historia Natural y Cultural de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo-Perú, con el fin de establecer las evidencias que demuestran que fueron utilizadas por los pobladores del Perú prehispánico.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum, Solanum muricatum*, Solanáceas, frutas, Perú prehispánico.

Abstract

Solanum lycopersicum L. "tomato" and *Solanum muricatum* Aiton "melon pear", "sweet pepino" (Solanaceae) are described and illustrated in detail. It was also studied the common knowledge in the population of Trujillo and surrounding areas from Northern Peru who use them as edible fruits since pre-Hispanic times. Representations of these fruits were identified and described in the collection of Moche pottery owned by the Museum of Natural and Cultural History of the Antenor Orrego University, Trujillo-Peru, in order to establish evidences that demonstrate their use by the inhabitants of Pre-Hispanic Peru.

Keywords: *Solanum lycopersicum, Solanum muricatum* Solanaceae, edible fruits, Pre-Hispanic Peru.

Introducción

La arqueología se ocupa de reconstruir la historia de los pueblos que habiendo desaparecido no han dejado documentos escritos sobres sus costumbres y actividades. Para tal reconstrucción, se recurre a todos los testimonios que quedan de aquellos pueblos (Lumbreras, 1971). En ese sentido, Vergara (2008) puntualiza, que en la costa del actual territorio nacional, de acuerdo a los testimonios arqueológicos, se han presentado tradiciones culturales que van desde las primeras oleadas de cazadores y recolectores hasta el advenimiento de los Incas y que las culturas Cupisnique, Salinar, Vicús y Virú habrían contribuido en alguna medida a los primeros momentos de la cultura Moche, considerándola a esta como una síntesis regional autónoma.

Moche es una cultura que se desarrolló entre los años 100 a.C.-850 d.C. aproximadamente (De BocK, 2012; Vergara & Sánchez, 2008), período cronológico denominado: "Maestros artesanos" (Bennett & Bird, 1949), "Florecimiento regional" (Mesa redonda de 1953), "Época de auge" (Larco, 1947), "Era floreciente" (Mason, 1957), "Período clásico" (Bushnell, 1957) (En Ravines, 1994), o también llamado "Periodo intermedio temprano" (Rowe, 1973) o "Estados regionales" (Lumbreras, 1981).

Se ubicó en la costa norte del Perú y su área de influencia habría alcanzado por el norte hasta Piura y en la parte sureña hasta Huarmey (Morales, 1993; De Bock, 2012).

Los Moche, lograron destacar en diversas actividades: agricultura, pesca, crianza de animales, cazadores, construcción, metalurgia, textilería, alfarería, entre otras artes (Ramírez & Deza, 2000).

Al respecto, Zuidema (2012) sostiene que la lectura del arte Moche es un aporte esencial para comprender el desarrollo de la mencionada cultura (En: De Bock, 2012).

En esta misma dirección, Horkheimer (1944) considera a la cerámica Moche como

un diccionario ilustrado. Por ello, el análisis de ésta ha servido para establecer secuencias cronológicas, admirar su plasticidad escultórica y determinar una diversidad de elementos del entorno de aquellos tiempos.

Por tanto, en razón del acopio de datos que aparece en la mencionada cerámica, es posible que los alfareros Moches pretendieran inventariar su mundo, ya que representaron fielmente la naturaleza, su entorno y dieron admirable tratamiento a la figura humana.

De otra parte, actualmente, el poblador nor-costeño peruano consume una diversidad de vegetales que le ofrece su territorio, entre ellos "tomate" *Solanum lycopersicum L.* y "pepino" *Solanum muricatum* Aiton ambas de la familia Solanaceae. Se opta por estos frutos influenciados por dos indicadores: el conocimiento científico sobre su valor nutritivo y debido al conocimiento popular (por costumbre ancestral). Lo mencionado se sustenta en algunas entrevistas abiertas que se aplicaron a una muestra de habitantes de Trujillo y de las áreas rurales: Moche, Simbal, Poroto, Virú y Chao en el Departamento de La Libertad, Perú.

Es de resaltar, que un alto nivel porcentual de pobladores de la ciudad Trujillo consumen el "pepino" *S. muricatum* Aiton y "tomate" *S. lycopersicum* L. (Solanaceae) en razón de la información existente sobre su potencial vitamínico; sin embargo, en las áreas rurales de Moche, Simbal, Poroto, Virú y Chao el mayor porcentaje de habitantes consumen los mencionados vegetales por tradición ancestral.

Por lo expuesto, es que para el presente estudio se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿El *Solanum lycopersicum* L. "tomate" (Solanaceae) y *Solanum muricatum* Aiton "pepino" (Solanaceae) fueron utilizados como frutas por el poblador Moche del Perú prehispánico?.

La hipótesis: El *Solanum lycopersicum* L. "tomate" y *Solanum muricatum* Aiton "pepino" (Solanaceae) fueron utilizadas como frutas por el poblador Moche del Perú prehispánico.

Asimismo, se estableció el siguiente:

Objetivo: Determinar que el *Solanum lycopersicum* L. "tomate" y *Solanum muricatum* Aiton "pepino" fueron utilizadas como frutas por el poblador Moche del Perú prehispánico.

Marco teórico

Antecedentes:

Se presenta información de algunos cronistas:

"Maiz" mucho; ajes; "yuca" hay poca, pero esa que hay es la de boniata, que se come asada e cocida; melone sestoris de los grandes e medianos. "Guayabas", "guabas", que es un fructa tan gruesa como bellotas, e pasambas y es buena fructa, e los árboles en que nasce son grandes; hobos, amero, los cristianos "pepinos", no lo son, aunque les dieron ese nombre, ni tienen mucha semejanza de "pepinos", puesto que son así prolongados, e tienen unos trechos o división e tres o cuatro rayas entre hueco y hueco, e las pepitas menudas e ponenlos de rama; e la hoja es como de "berenjena", algo menor, e huelen tan bien o mejor que las "piñas de aliso", "cedro" de los destas Indias, nabo naturales de la sierra. Los que llaman aquestas partes, y el sabor es muy suave e delicado, e no hace daño aunque coman muchos…" Joan Cabezas, 1547-1557 (En Ravines, 1980).

El sacerdote jesuita José de Acosta, fue otro de los cronistas españoles que describió

las plantas de uso comestible del Perú. En su *Historia natural y moral de las Indias* informaba acerca del "pepino" *S. muricatum* Aiton, indicando sus diferencias con el "pepinillo" *Cucumis sativus* L. (Cucurbitaceae) (Acosta 1590: 244):

"Tampoco los que llaman "pepinos" son árboles, sino hortaliza, que en un año hace su curso. Pusiéronles este nombre, porque algunos de ellos, o los más tienen el largo, y el redondo semejante a "pepino" de España, mas en todo lo demás difiere, porque el color no es verde sino morado o amarillo, o blanco, y no son espinosos ni escabrosos, sino muy lisos, y el gusto tienen diferentísimo, y de mucha ventaja, porque tienen también estos un agrete dulce muy sabroso, cuando son de buena sazón, aunque no tan agudo como la "piña": son muy jugosos, y frescos, y fáciles de digestión: para refrescar en tiempo de calor son buenos: móndase la cáscara que es blanda, y todo lo demás es carne: danse en tierras templadas, y quieren regadío; y aunque por la figura los llaman "pepinos", muchos de ellos hay redondos del todo, y otros de diferente hechura: de modo que ni aun la figura no tienen de "pepinos". Esta planta no me acuerdo haberla visto en Nueva España, ni en las Islas, sino solo en los llanos del Piru".

Sobre el "tomate" *S. lycopersicum* L., Acosta (1590: 247) narró:

"Para templar el "ají" usan de sal, que le corrige mucho, porque son entre sí muy contrarios, y el uno al otro se enfrenan: usan también "tomates", que son frescos, y sanos, y es un género de granos gruesos jugosos, y hacen gustosa salsa, y por sí son buenos de comer".

También respecto al "tomate", el padre Bernabé Cobo (1653) menciona en el libro 4, capítulo 26 de su Historia del Nuevo Mundo:

"La planta de los "tomates" es pequeña, y se extiende sobre la tierra como la "calabaza", mas no cunde tanto: echa un vástago más delgado que el dedo, del cual nacen otros mucho más delgados: la hoja es parecida en la hechura, y tamaño a la de la "yerba mora". La fruta que lleva se llama "tomate", son unos granos muy parecidos al "ají", redondos, y colorados, y los menores del tamaño de "cerezas"; haylos también amarillos, y verdes, y de la grandeza de "ciruelas", y aun como "limas": tienen dentro una sustancia aguanosa algo roja, y unos granitos poco menores que "ajonjolí", el hollejo es delgado casi como el de las "uvas". Nacen los "tomates" en unos pequeños racimos, no se comen crudos, sino que se echan en los guisados, y son de buen gusto por un agrillo que tienen apetitoso: unos "tomates" nacen silvestres por los campos, y otros se siembran, y cultivan: los primeros comen las palomas, y otras aves, que son los más pequeños…".

Asimismo, Miguel Feijoo de Sosa (1763) informaba: "*De las frutas i arboles del país, hai las siguientes: "chirimoyas" (de las más sazonadas del Perú), "guanábanas", i "aonas", estas tres especies que casi llevan una misma figura i árbol, aunque diverso gusto, vinieron del reino de Méjico, "piñas", "plátanos", "lucmas", "granadillas", "guayabas", "mameyes", "palillos", "pepinos", i "tumbos"; es el "tumbo" fruta cordial, semejante á una "calabaza", sus hojas i flor como las del "granadillo"…".*

Cerámica prehispánica:

Ravines (1989) sostiene que la cerámica prehispánica es un importante indicador de cambios culturales y es una de las manifestaciones plásticas que mejor han traducido las vivencias y expresado cabalmente el mundo del hombre andino.

La cerámica prehispánica, anota el mencionado autor (1980), constituye un excepcional documento para reconstruir aspectos varios de la existencia de los grupos humanos que manufacturaron tales testimonios.

En esa dirección, el mismo autor en 1994, cita de George Squier (1865): *"… estas obras de alfarería no sólo ilustran los rasgos sino también las artes y aun las ideas religiosas de los antiguos habitantes…"*.

Material y métodos

Método, técnica e instrumentos:

-Método: Se utiliza el método científico, en sus formas: Inductivo-deductivo y comparativo.

-**Técnica**: Observación, entrevista.

Observación y entrevista no estructurada.

-**Instrumentos**: Fotos, dibujos, cuestionario, fichas, cuaderno de notas.

Diseño: O M (Sánchez & Reyes, 1998)

Muestra y material de estudio:

MATERIAL BIOLÓGICO

Para el presente estudio, se utilizaron los diversos especímenes vegetales de las especies de plantas con frutas de *S. lycopersicum* L. "tomate" y *S. muricatum* Aiton "pepino" (Solanaceae) recolectadas en los valles de Moche (Prov. Trujillo) y Chao (Prov. Virú), Perú, durante las exploraciones botánicas programadas; además de los especímenes registrados en el Herbario Antenor Orrego (HAO) de la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo-Perú, producto de exploraciones previas.

A. Exploraciones botánicas.

Se efectuaron de acuerdo a la época de floración de las especies de *S. lycopersicum* L. "tomate" y *S. muricatum* Aiton "pepino" (Solanaceae), a fin de tener la oportunidad de recolectar ejemplares botánicos idóneos para su respectivo estudio sistemático. El área de estudio comprendió la Prov. Trujillo y Prov. Virú en el Departamento La Libertad, Perú; los mismos, que fueron visitados a través de las exploraciones botánicas.

a. Recolección de especímenes vegetales.

Usando las técnicas e instrumental adecuado (prensas botánicas, tijeras, periódicos usados, alcohol, altímetro) se recolectaron como mínimo cinco (05) ejemplares de cada especie, los cuales contienen hojas, flores, frutos y una longitud no menor de 30 cm cada rama. Parte de las muestras se enviaron a otros herbarios tanto nacionales como extranjeros para su confirmación.

b. Toma de datos.

Para cada especie recolectada se anotó el "nombre vulgar o popular", diámetro de la base del tallo, colores de los órganos vegetativos y reproductivos (color del tallo, hoja, cáliz, corola, anteras, frutos, pubescencia), número de flores por inflorescencia, hábitat, especies con las que conviven, altitud, usos populares, forma de propagación, entre otros.

c. Toma de fotografías.

Se tomarán fotografías de las especies recolectadas haciendo uso de cámara digital Panasonic (Lumix) 30X y 16 megapíxeles.

B. Fase de laboratorio.

a. Estudio de cada especie.

En todos los casos, se hicieron descripciones originales *in situ* siguiendo el método clásico. La identificación de cada especie se hizo mediante uso de holótipos nomenclaturales y fotótipos, asimismo, recurriendo a las descripciones originales y, además, por comparación con el material registrado en los herbarios HUT, HAO, CPN, entre otros.

b. Montaje y herborización del material recolectado.

Los especímenes recolectados fueron secados en una estufa eléctrica artesanal. Luego, sometidos a un proceso de montaje y herborización para finalmente ingresar en el record de Herbario Antenor Orrego (HAO).

c. Ordenamiento de datos.

Preparación de ilustraciones, mapas para distribuir las especies. Las fotografías, dibujos y mapas se tratan como figuras. Cada uno de los elementos de las fotografías y dibujos es identificado con letras mayúsculas de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.

MATERIAL CERÁMICO

Para este estudio, se analizaron alfares con representaciones fitomórficas de la colección de cerámica Moche que custodia el Museo de Historia Natural y Cultural de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, Perú.

Los ceramios fueron identificados a partir de un análisis comparativo con aquellos alfares Moches propuestos en la literatura especializada existente y a nuestro alcance.

Asimismo, el método de análisis de la presente investigación compromete a los atributos más visibles de la cerámica prehispánica como resultan su morfología y decoración. Se determinó su entorno social apoyándonos en el registro estratigráfico.

Las formas se determinaron según la clasificación de Lumbreras (1987). Y para el análisis de la decoración, se estableció una relación de técnicas decorativas presentes en la cerámica Moche a la fecha, en estudios de cerámica prehispánica realizados en el Museo de Historia Natural y Cultural UPAO, tales como: incisión, aplicación, pintura, moldeado a presión, combinada, lo cual sirvió para realizar un trabajo comparativo con las muestras en análisis.

Se utilizaron para la catalogación fichas elaboradas especialmente para esta investigación. Incluyen información de: forma, decoración, medidas, tratamiento de superficie, conservación, otros datos. Y para un mejor registro, se adjuntan fotografías.

Fotografías: Las fotos de la muestra de cerámica prehispánica y de las especies en estudio, se utilizaron Cámara fotográfica Ricoh y rollo Kodak, ASA 400, así como cámara digital Panasonic (Lumix) 30X y 16 megapíxeles.

Población y muestra:

Población: Pobladores de las localidades de Trujillo, Moche, Simbal, Poroto, Virú y Chao.

Muestra: 50 personas (Trujillo, Moche, Simbal, Poroto, Virú y Chao).

Factores de inclusión:

Personas naturales de los lugares de estudio.

Habitantes de mayor edad.

El cuestionario utilizado como guía para la entrevista fue elaborado teniendo en cuenta el objetivo del presente trabajo.

Resultados y discusión

Familia: Solanaceae Juss., *nom. cons.* (incluye: Nolanaceae), Gen. Pl. 124, 1789.

Ubicación sistemática, siguiendo el Sistema APG-III, 2015:

Clase: Magnoliopsida (=Equisetopsida C. Agardh)

Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht.

Superorden: Asteranae Takht.

Lamiid/Asterid I

Orden: Solanales Juss. ex Bercht. & J. Presl

Familia: Solanaceae Juss., *nom cons.*

Género: *Solanum* L.

Especies: ***S. lycopersicum*** **L.**

S. muricatum **Aiton**

Solanaceae Juss., *nom cons.*

Hierbas, arbustos o pequeños árboles, algunas veces postrados o trepadores, generalmente inermes, raras veces espinosos o con aguijones, pelos simples eglandulares y glandulares o diversamente ramificados, estrellados o peltados, algunas veces ausentes. Hojas alternas o geminadas (aparentemente opuestas), o en rosetas basales; pecioladas o raras veces sésiles; sin estípulas; láminas simples y enteras o pinnatilobuladas o pinnaticompuestas, sin dientes agudos. Inflorescencias básicamente en cimas racemosas helicoides, axilares o extraaxilares, algunas veces fascículos axilares o panículas, con 1-muchas flores. Flores bisexuales, actinomorfas. Cáliz tubular, campanulado, verde externamente, verdoso interiormente, glabros, glabrescentes o pubescentes externamente, glabros o con papilas interiormente, a veces acrescente; limbo 5-lobulado, lóbulos triangulares. Corola simpétala, campanulada, ventricosa, rotada, tubular, hipocrateriforme, blancas, cremosas, moradas, amarillas, lilas, anaranjadas, verdes, glabras externa e interiormente o glabrescente o pubescente externamente, glabrescente interiormente; limbo 5-lobulado a veces 10-lobulado. Estambres 5, adnatos al interior del tubo corolino; anteras oblongas, lineares, blancas, amarilla, moradas, con mucrón apical incipiente o múticas, con dehiscencia longitudinal o poricida terminal, a veces más tarde la dehiscencia se vuelve longitudinal; filamentos estaminales homodínamos o heterodínamos, blancos-cremosos, morados, glabros o ciliados. Ovario súpero, 2-carpelar, 2-locular, multiovular, a menudo con un disco nectarífero en el área basal del ovario, a veces ausente, placentación axilar. Bayas o cápsulas. Semillas pocas o numerosas, angulares o comprimidas, generalmente epispermo reticulado-foveolado; embrión recto o curvado, blanco-cremoso.

La familia Solanáceas es de tamaño mediano, tiene cerca de 102 géneros y 2460-2550 especies de distribución pantropical, pero con la mayor diversificación en el trópico y subtrópico de América del Sur, APG- III, 2015; Mabberley, 2008. En el Perú habitan 42 géneros y unas 680 especies; Brako & Zarucchi, 1993; Ulloa *et al.*, 2004.

Solanum **L.**, Sp. Pl. 1: 184, 1753.

Hierbas, erectas o trepadoras y algunas veces con tubérculos o arbustos a pequeños árboles, raras veces armados con aguijones, pelos si presentes, simples eglandulares, ramificados o estrellados. Hojas alternas o geminadas, simples y enteras a sinuadas, anguladas o lobuladas o pinnaticompuestas. Inflorescencias en racimos cimosas, algunas veces panículas, laterales y extraaxilares, algunas veces parecen terminales u opuestas a las hojas. Flores pentámeras, hermafroditas, actinomorfas. Cáliz fusionado en el área basal, usualmente persistente alrededor del fruto, tubular, campanulado o sinsépalo, generalmente verde externamente, verdoso interiormente, glabro o pubescente externa e interiormente; limbo 5-lobulado. Corola con los pétalos generalmente fusionados en la corola estrellada, pentagonal o rotada con un corto tubo y ampliamente campanulada, rotada, blanca, violeta, morada, amarilla;

limbo ligeramente o profundamente 5-lobulado. Estambres 5, exertos; filamentos estaminales muy cortos, y adheridos al área basal del interior del tubo corolino; anteras oblongas o ahusadas en el área distal, a menudo conniventes en un cono formando una columna estaminal alrededor del estilo, con dehiscencia por 2 poros terminales, generalmente separándose longitudinalmente más tarde. Ovario sin disco nectarífero en el área basal del ovario; estilo exerto, glabro o pubescente. Baya globosa o ligeramente comprimida. Semillas numerosas, comprimidas.

Solanum es un género con 1250-1700 especies, con 950 en América, sub cosmopolitas, especialmente de las zonas cálidas del mundo, APG- III, 2015; Mabberley, 2008. En el Perú habitan 323 especies, de estas 106 son endémicas; Brako & Zarucchi, 1993; Ulloa *et al*., 2004.

1. ***Solanum lycopersicum*** L. (Fig. 1-2)

Sp. Pl. 1: 185 1753., *Lycopersicon esculentum* Miller, Gard. Dict. ed. 8, *Lycopersicon* No. 2, 1768. -*Lycopersicon galenii* Miller, Gard. Dict. ed. 8, *Lycopersicon* No. 1, 1768. -*Lycopersicon pomumamoris* Moench, Meth. 515, 1794, nom. Superfl. -*Lycopersicon lycopersicum* (L.) H. Karsten, Deut. Fl. (Karsten) 966, 1882. -*Solanum lycopersicum* var. *esculentum* (Miller) Voss, Vilm. Blumengärtn. Ed. 3, 1: 721, 1894.- *Solanum pomiferum* Cav., Descr. Pl. 1: 112 1802. *Solanum humboldtii* Willd., Hort. Berol. 1 (39: 27, 1804.- *Lycopersicon cerasiforme* var. *leptophyllum* Dunal in . DC., Prodr. 13 (1): 26, 1852. –*Lycopersicon philippinarum* Dunal in A. DC., Prodr. 13 (1): 27, 1852. -*Lycopersicon macrophullum* Gussone, Enum. Pl. Inarim. 230,1854. –*Lycopersicon esculentum* var. *luteum* Alefeld, Landw. Fl. 135, 1866. –*Lycopersicon esculentum* var. vulgare Alefeld, Landw. Fl. 135, 1866. –*Lycopersicon esculentum* var. cydonicum Alefeld, Landw. Fl. 135, 1866. – *Lycopersicon esculentum* var. myrobalaneum Alefeld, Landw. Fl. 135, 1866. –*Solanum lycopersicum* var. oviforme Voss, Vilm. Blumengärtn. ed. 3, 1: 721, 1894. –*Solanum lycopersicum* var. *pruniforme* Voss, Vilm. Blumengärtn. ed. 3, 1: 721, 1894. –*Lycopersicon esculentum* var. *vulgare* L., H. Bailey, Stand. cycl. hort., ed. 2. 4: 1931. - *Lycopersicon esculentum* var. grandifolium L., H. Bailey, Stand. cycl. hort., ed. 2. 4: 1932. -*Lycopersicon esculentum* var. validum L., H. Bailey, Stand. cycl. hort., ed. 2. 4: 1931. -*Lycopersicon cerasiforme* var. *cognitum* Mazkevich, Trudy Prikl, Bot., suppl. 47: 283, 529, 1930. - *Lycopersicon cerasiforme* var. *rotundilobum* Mazkevich, Trudy Prikl, Bot., suppl. 47: 283, 529, 1930. - *Lycopersicon esculentum* var. *bukasovii* Mazkevich, Trudy Prikl, Bot., suppl. 47: 285, 530, 1930. - *Lycopersicon esculentum* var. *colombianum* Mazkevich, Trudy Prikl, Bot., suppl. 47: 285, 530, 1930. -*Lycopersicon esculentum* var. *macrocalyx* Mazkevich, Trudy Prikl, Bot., suppl. 47: 285, 530, 1930. - *Lycopersicon esculentum* var. *umbertianum* Mazkevich, Trudy Prikl, Bot., suppl. 47: 286, 530, 1930. - *Lycopersicon esculentum* convar. *infiniens* C. O. Lehmann, Der Züchter, Sconderheft 3: 39, 1955. - *Lycopersicon esculentum* convar. *fruticosum* C. O. Lehmann, Der Züchter, Sconderheft 3: 39, 1955. - *Lycopersicon esculentum* convar. *scopigerum* C. O. Lehmann, Der Züchter, Sconderheft 3: 39, 1955. -*Lycopersicon esculentum* provar. *violaceum* C. O. Lehmann, Der Züchter, Sconderheft 3: 45, 1955. -*Lycopersicon esculentum* provar. *densiflorum* C. O. Lehmann, Der Züchter, Sconderheft 3: 48, 1955. -*Lycopersicon esculentum* provar. *amplipinnatum* C. O. Lehmann, Der Züchter, Sconderheft 3: 49, 1955. -*Lycopersicon esculentum* provar. *subviride* C. O. Lehmann, Der Züchter, Sconderheft 3: 49, 1955. -*Lycopersicon esculentum* provar.

mikadofolium C. O. Lehmann, Der Züchter, Sconderheft 3: 54, 1955. -*Lycopersicon esculentum* provar. *pluriloculare* C. O. Lehmann, Der Züchter, Sconderheft 3: 55, 1955. -*Lycopersicon esculentum* provar. *incarnatum* C. O. Lehmann, Der Züchter, Sconderheft 3: 55, 1955. -*Lycopersicon esculentum* provar. *perspicuum* C. O. Lehmann, Der Züchter, Sconderheft 3: 56, 1955. -*Lycopersicon esculentum* provar. *cordiforme* C. O. Lehmann, Der Züchter, Sconderheft 3: 57, 1955. -*Lycopersicon esculentum* provar. *persicoides* C. O. Lehmann, Der Züchter, Sconderheft 3: 57, 1955. -*Lycopersicon esculentum* provar. *pygmaeum* C. O. Lehmann, Der Züchter, Sconderheft 3: 58, 1955. -*Lycopersicon esculentum* provar. *speciosum* C. O. Lehmann, Der Züchter, Sconderheft 3: 59, 1955. - *Solanum lycopersicum* L. var. *lycopersicum* Monsanto, 3rd, C, 256.

Hierba o sufrútice anual, bienal o algunas veces hierbas perennes, erectas inicalmente, luego procumbentes y muchas extendidas o apoyantes, 60-80 (-120) cm de alto; ampliamente ramificada. Tallos viejos rollizos a veces ligeramente 3-4 angulosos, verde, compactos, rodeados por una cobertura de lenticelas blanco-cremosas, rodeados por papilas digitiformes verdo-amarillentas, pubescentes o villosos rodeados por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes largos y por una densa cobertura de pelos glandulares transparentes cortísimos, sin agrietamientos longitudinales, (10-) 11-13 (-15) mm de diámetro en la base; tallos jóvenes rollizos, verdes, compactos, sin lenticelas, pubescentes rodeados por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes y por una cobertura de pelos glandulares transparentes cortísimos. Hojas alternas interrumpidamente imparipinnadas; peciolo rollizo con 2 angostos canales longitudinales en la superficie adaxial, verde, pubescentes rodeados por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes y por una cobertura de pelos glandulares transparentes cortísimos, (5,5-) 6-6,2 cm de longitud; lámina compuesta, con 7-9 pares de foliolos y algunos foliolos divididos en foliólulos; nervadura principal semirrolliza, con 2 canales longitudinales en la superficie adaxial, verde, pubescente rodeados por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes y por una cobertura de pelos glandulares transparentes cortísimos, (10-) 20-35 cm de longitud; lóbulo mayor o distal cordiforme, membranáceo a veces ligeramente suculento, verde-oscuro, opaca, abollada la superficie adaxial, verde-claro, opaca retífera la superficie abaxial, glabrescente rodeado por una densa cobertura de pelos simples eglandulares transparentes en ambas superficies, mayor densidad sobre las nervaduras en la superficie abaxial, acuminado o agudo en el ápice, cordiforme en la base, aserrado 3-4 gruesos dientes en cada margen, 10,5-10,7 cm de largo por 6,8-7 cm de ancho; foliolos laterales divididos en foliólulos; foliólulo mayor; peciólulo semirrollizo con 2 angostos canales longitudinales en la superficie adaxial, verde, pubescente rodeados por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes y por una cobertura de pelos glandulares transparentes cortísimos, 2,3-2,4 cm de longitud; lámina ovada o largamente ovada, membranácea a veces ligeramente suculenta, verde-oscuro, opaca, abollada la superficie adaxial, verde-claro, opaca, retífera la superficie abaxial, glabrescente rodeado por una densa cobertura de pelos simples eglandulares transparentes en ambas superficies, mayor densidad sobre las nervaduras en la superficie abaxial, acuminado o agudo en el ápice, oblícua o

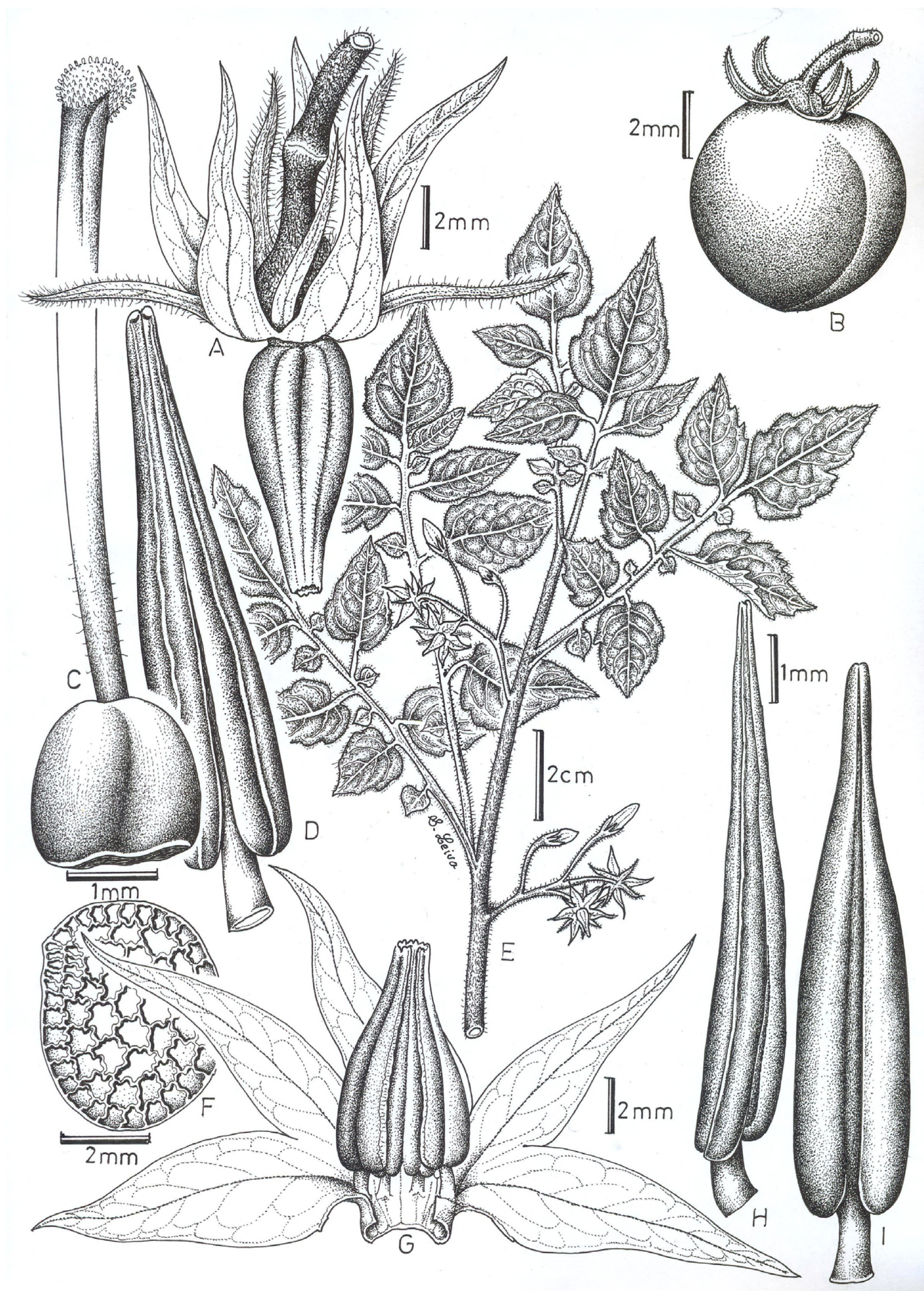


Fig 1. ***Solanum lycopersicum*** L. A. Flor en antésis; B. Baya; C. Gineceo; D. Antera en vista ventral; E. Rama florifera; F. Semillas; G. Corola desplegada; H. Antera en vista lateral; I. Antera en vista dorsal. (Dibujado de S. Leiva, G. Gayoso & L. Chang 5784, HAO).

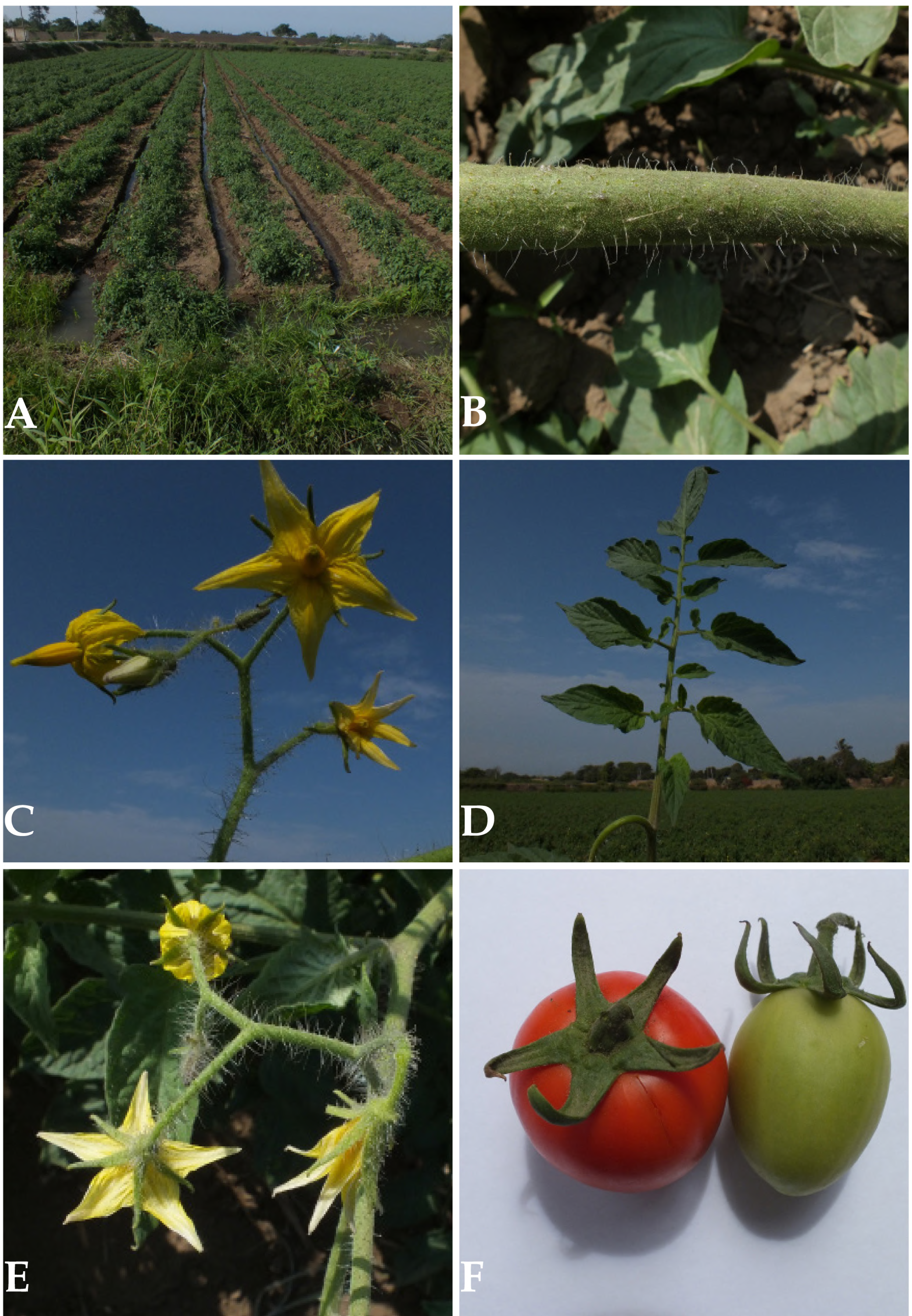


Fig 2. ***Solanum lycopersicum* L.,** A. Cultivos de "tomates"; B. Tallo; C. Flor en antésis; D. Hoja; E. Flores en vista externa; F. Bayas. (Fotografía S. Leiva, G. Gayoso & L. Chang 5784, HAO.)

asimétrica en la base, aserrado 2-3 gruesos dientes en cada margen, 9,8-10,3 cm de largo por 5-5,5 cm de ancho longitud total (10-) 20-35 (+) cm de largo por (3-) 7-10 (+) de ancho. Flores dispuestas en cimas racemosas extraaxilares, con 5-15 flores, no sincronizadas; pedúnculo rollizo, verde, pubescente rodeados por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes y por una cobertura de pelos glandulares transparentes cortísimos, erecto, (3,5-) 4-5 cm de largo; pedicelos rollizos o filiformes ampliándose ligeramente hacia el área distal, verdes, pubescente rodeados por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes y por una cobertura de pelos glandulares transparentes cortísimos, curvados o péndulos, 0,5-0,7 cm de longitud. Cáliz cortamente campanulado, verde externamente, verdoso interiormente, pubescente rodeado por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes externamente, glabro interiormente, suculento, sobresalientes las nervaduras principales, (12-) 15-18 mm de diámetro del limbo en la antésis; limbo 5-lobulado, lóbulos triangulares, verde-oscuro externamente, verde-claro interiormente, pubescente rodeado por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes externamente, ciliado rodeados por una cobertura de pelos simples eglandulares transparentes cortos interiormente, suculentos, reflexos, aplanados, ligeramente sobresalientes las nervaduras principales, 5-6 mm de largo por (0,8-) 1-1,2 mm de ancho; tubo 1,3-1,4 mm de largo por 2,8-3 mm de diámetro. Corola cortamente campanulado-estrellada, verdoso-amarillento externa e interiormente, glabrescente rodeada por algunos pelos simples eglandulares transparentes externamente, glabra interiormente, membranácea a suculenta, sobresalientes las nervaduras principales, (15-) 17-20 mm de diámetro del limbo en la antésis; limbo 5-lobulado, lóbulos triangulares, amarillo-intenso externa e interiormente, pubescentes rodeados por pelos simples eglandulares transparentes externamente, glabro interiormente, membranáceos, reflexos, a veces aplanados, nunca revolutos, sobresalientes las nervaduras principales, 9-10 mm de largo por 3-4 mm de ancho; tubo 2,8-3 mm de largo por 5-6 mm de diámetro. Estambres 5, conniventes, exertos, insertos a 0,8-0,9 mm del borde basal interno del tubo corolino; filamentos estaminales homodínamos; área libre de los filamentos aplanados, verdes, glabros, 0,5-0,6 mm de longitud; área soldada aplanada, verde, glabra, brillante; anteras lineares o largamente cónicas, formando una columna tubular, amarillo-intenso los ¾ basales, verde el ¼ distal, sin mucrón apical, dehiscencia poricida luego se vuelve longitudinal, glabras, 8-8,2 mm de largo por 1-1,2 mm de diámetro. Ovario oblongo a ligeramente piriforme o cónico, verde, sin disco nectarífero, villoso rodeado por pelos simples glandulares cortísimos, 5-anguloso, 1,9-2 mm de largo por 1,9-2 mm de diámetro; estilo exerto, filiforme ampliándose ligeramente hacia el área distal, verde en toda su longitud, ciliado rodeado por algunos pelos simples eglandulares transparentes el ¼ basal, generalmente incluido dentro de la columna estaminal, a veces exerto, 9-9,2 mm de longitud, estigma capitado, bilobado, verde-oscuro, 0,8-0,9 mm de diámetro. Baya péndula, ligeramente cónica o usualmente globosa, rojo a la madurez, sin estilo persistente, 2 (-3) locular, 5-6,5 cm de largo por 5-6 cm de diámetro; cáliz fruticoso persistente, reflexo, lóbulos coriáceos, verdes, sobresalientes las nervaduras principales, 37-38 mm de diámetro. Semillas 37-45 por baya, reniformes, verdes, pubescentes, epispermo

reticulado-foveolado, 3,5-3,7 mm de largo por 2-2,2 mm de diámetro; pedicelo 1-3 cm de longitud.

Forma de propagación o reproducción: Se propaga por semillas, pero también se hace vegetativamente de los tallos.

Nombre vulgar: "tomate"

Distribución: *Solanum lycopersicum* es originario de los Andes Centrales de América, actualmente habita en todo el mundo, pero conocido únicamente cultivado. En el Perú habita en los Dptos.: AN, CA, IC, LA. LI. LL.

Material estudiado:

PERÚ: **Dpto. La Libertad**, Prov. Trujillo, Distrito Moche, Sector Huabalito, perteneciente a la Campiña de Moche, 6°09'49,7"S 79°00'03,0"W, 70 m, 11-III-2015, *S. Leiva, G. Gayoso & L. Chang 5784* (HAO, HUT. USM).

Valor nutritivo:

Las bayas frescas son ricas en agua (casi 94% de su peso). Contienen una pequeña proporción de carbohidratos (3,54%), proteínas (0,85) y grasas (0,33%). Los glúcidos están formados especialmente por glucosa y fructosa. En conjunto, estos nutrientes aportan 21 Kcal/100 g, una cifra muy baja en calorías. Su valor nutritivo se halla en su potencial vitamínico y mineral. Entre las vitaminas, la más abundante es la vitamina C (19 mg/100 g), suficiente para ser un buen antiescorbútico. Las vitaminas B1, B2, B6, niacina y folatos están presentes en cantidades importantes. Entre los minerales destaca el potasio, con 222 mg/100 g, seguido del hierro (0,45 mg/100 g.), asimismo el magnesio y el fósforo. Contiene fibra vegetal de tipo soluble (1,1%), que se encuentra en la pulpa y contribuye con su acción reductora sobre el colesterol sanguíneo. Además posee ácidos orgánicos y el licopeno, de intensa acción antioxidante (Pamplona, 2004).

Valor agregado: Leiva *et al.* (2013) reporta que diversos estudios (Franceschi, 1994; Giovannucci, 1995) realizados en Italia y en la Universidad de Harvard (EE. UU.) respectivamente, han puesto de manifiesto que los varones que consumen habitualmente frutas frescas, especialmente el "tomate" *S. lycopersicum* L., presentan un riesgo menor de padecer de cáncer de próstata. El "tomate", sostiene el mencionado autor, puede reducir también el crecimiento excesivo de esta glándula (Hipertrofia benigna de la próstata), tan frecuente en los hombres de más de 50 años.

Se sostiene que el "tomate" es un gran alcalinizador en la sangre, en los tejidos orgánicos y en la orina, con lo que neutraliza y facilita la eliminación de los residuos metabólicos que en su mayor parte son de naturaleza ácida. Es diurético, su uso habitual es muy recomendable para limpiar la sangre en caso de gota (exceso de ácido úrico), insuficiencia renal con aumento de urea en la sangre, o intoxicación crónica por una alimentación rica en carnes y proteínas de origen animal (Pamplona, 2004) .

El "tomate" también es un estimulante natural de las funciones inmunitarias. Aumenta las defensas anti-infecciosas del organismo. Por su acción antioxidante evita la oxidación del colesterol transportado por las lipoproteínas de baja densidad, que da lugar al estrechamiento y endurecimiento de las arterías: arteriosclerosis (Pamplona, 2004).

Asimismo, el consumo habitual de "tomate", sostiene Franceschi (1984), previene el cáncer de boca, de esófago, de estómago, de colon y de recto.

Al parecer, de Krzysztof & Blasco (2010) El licopeno, carotenoide responsable del color rojo de los "tomates", ha atraído la atención debido a sus propiedades biológicas y fisicoquímicas en la prevención de enfermedades crónicas como cáncer, enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas, e hipertensión, entre otras, en las cuales el estrés oxidativo es un importante factor etiológico.

2. ***Solanum muricatum*** Aiton (Fig. 4-5)

Hort. Kew. 1: 250–251 1789.-*Solanum guatemalense* Hort., Bitter, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 12: 444, 1913.- *Solanum hebephorum* Dunal, Sol. Gen. Syn. 7, 1816. -*Solanum muricatum* Aiton f. *glaberrimum* Correl, Wrightia 2: 178 1961. - *Solanum muricatum* Aiton var. *muricatum*, Monsanto, 3rd,C, 256. - *Solanum muricatum* var. *papillosistylum* Bitter, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 11: 359, 1912.- *Solanum muricatum* var. *praecedens* Bitter, Bitter, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 12: 443 1913. - *Solanum muricatum* var. *protogenum* Bitter, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 12: 442, 1913. - *Solanum muricatum* var. *teleutogenum* Bitter, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 12: 443, 1913.- *Solanum variegatum* Ruiz & Pav., Fl. Peruv. 2: 32, T. 162 a. 1799.- *Solanum wallisii* Carriere, Rev. Hort. 291, 1877.

Hierba o sufrútice de 50-70 cm de alto; ampliamente ramificado. Tallos viejos rollizos a veces ligeramente trígonos, con 3 alas longitudinales, marrón-claro, compactos, rodeados por una densa cobertura de lenticelas blanco-cremosas, glabros, quebradizos, sin agrietamientos longitudinales, 11-13 mm de diámetro en la base; tallos jóvenes rollizos, morado-intenso, lustroso, compactos, sin lenticelas, glabros a veces con algunos pelos simples eglandulares transparentes cortos, quebradizos. Hojas alternas; peciolo semirrollizo, lila o vinoso la superficie abaxial, verde la superficie adaxial, glabrescente rodeado por algunos pelos simples eglandulares transparentes dispersos con mayor densidad en la superficie adaxial, (4,1-) 4,5-4,7 cm de longitud; láminas elípticas a veces ligeramente lanceoladas, suculentas a ligeramente coriáceos, verde-oscuro la superficie adaxial, verde-claro la superficie abaxial, lila o vinoso las nervaduras principales en ambas superficies, glabras a veces rodeadas por algunos pelos simples eglandulares transparentes en mayor densidad en las nervaduras principales en ambas superficies, agudas en el ápice, cuneadas a veces ligeramente redondeadas en la base, enteras a veces ligeramente repandas en los bordes, (6,5-) 7,5-8,6 cm de largo por 1,9-2,4 cm de ancho. Flores 5-6 (-7) por nudo, no sincronizadas; pedúnculo rollizo o filiforme, vinoso, glabro, lustroso, compacto, erecto, 1,3-1,5 cm de longitud; pedicelos filiformes ampliándose ligeramente hacia el área distal, crema, lila el área distal, glabros, curvados, 7-8 mm de longitud. Cáliz campanulado, cremoso, lila o vinoso a la largo de la nervadura principal externamente, cremoso interiormente, glabro externa e interiormente, suculento, sobresalientes las nervaduras principales, 8-8,5(-9) mm de diámetro del limbo en antésis; limbo 5 lobulado; lóbulos triangulares, blanco-cremoso, lila o vinoso a lo largo de las nervaduras principales externamente, cremoso o lilacino interiormente, glabro externa e interiormente, suculentos, rectos nunca revolutos, ligeramente sobresalientes las nervaduras principales, 4,8-5 mm de largo por 2-2,2 mm de ancho; tubo 1-1,2 mm de largo por 2,2-2,4 mm de diámetro. Corola tubular-rotada, blanco-cremoso externa e interiormente, glabra externa e interiormente, suculenta, ligeramente sobresalientes las nervaduras

principales, 14-15 mm de diámetro del limbo en la antésis; limbo 5 lobulado; lóbulos obovados a espatulados, blanco-cremosos, vinoso a lo largo de la nervadura principal externamente, blanco-cremoso, lilacino a lo largo de las nervaduras principales interiormente, glabros externa e interiormente, suculentos a membranáceos, ligeramente reflexos, nunca revolutos, glabros en los bordes, sobresalientes las nervaduras principales, (6-) 8-8,2 mm de largo por 6-7 mm de ancho; tubo 3,5-5 mm de largo por 4-5 mm de diámetro. Estambres 5, conniventes, exertos, insertos a 0,1-0,2 mm del borde basal interno del tubo corolino; filamentos estaminales homodínamos; área libre de los filamentos filiformes ampliándose ligeramente hacia el área basal, blancos, suculentos, glabros, 1,4-1,5 mm de longitud; área soldada blanco-cremosa, aplanada, glabra; anteras lineares o angostamente oblongas, asimétricas u oblícuas en la base, amarillas, blanco las suturas, mucrón apical incipiente, glabras, dehiscencia poricida, 2,8-2,9 mm de largo por 0,8-1 mm de diámetro. Ovario piriforme, verdo-amarillento, sin disco nectarífero, ligeramente 5-anguloso, glabro, 1,4-1,5 mm de largo por 1-1,1 mm de diámetro; estilo exerto, filiforme ampliándose ligeramente hacia el área distal, blanco-cremoso, ligeramente curvado, suculento, glabro, 4-4,2 mm de longitud; estigma capitado, bilobado, verde-claro, 0,3-0,4 mm de diámetro. Baya péndula, ovada o ampliamente cónica, amarillenta con franjas longitudinales morado a la madures, sin estilo persistente, 7-7,2 cm de largo por (6,5-) 7-8 cm de diámetro; cáliz fruticoso persistente, nunca acrescente, reflexo, verde, ligeramente sobresalientes las nervaduras principales, (2-) 3-3,5 cm de diámetro. Semillas 47-66 por baya, reniformes, blandas, blanco-cremosas a la inmadurez, epispermo reticulado-foveolado, 3-4 mm de largo por (2,5-) 2,7-2,9 mm de diámetro.

Forma de propagación o reproducción: Se propaga vegetativamente de los tallos.

Nombre vulgar: "pepino"

Distribución: Es una especie originaria de los Andes Centrales de América, epecialmente del Norte del Perú, habita entre los 0-2600 m de elevación; en los Dptos.: CA, LI, LL.

Material estudiado:

PERÚ: **Dpto. La Libertad**, Prov. Trujillo, Distrito Simbal, 8º00'49,8"S 78º49'49,9"W, 500 m, 25-II-2015, *S. Leiva, G. Gayoso & L. Chang 5767* (HAO). - Prov. Virú, Distrito Chao, San Carlos Bajo, 8º29'55,4"S 78º39'41,4"W, 109 m, 6-III-2015, *S. Leiva, G. Gayoso & L. Chang 5768* (HAO).

Valor nutritivo:

Valor agregado: Muñoz (2013) puntualiza respecto al "pepino" que, gracias al aporte de vitamina C, esta especie se convierte en un importante refuerzo inmunológico, recomendándose su consumo tanto en verano como en invierno. Además es bajo en calorías y colesterol, convirtiéndolo en un interesante aliado en los regímenes de adelgazamiento. Si añadimos las propiedades anti-cancerígenas, es indudable la relevancia que toma en la lista de alimentos a incluir en la dieta.

Su gran contenido en agua lo convierte en un producto altamente nutritivo. Ejerce como un excelente laxante natural. Sus semillas tienen, además, propiedades diuréticas. Y es capaz de neutralizar la excesiva acidez que surge en enfermedades, como la diabetes o la gota.

El "pepino", contrariamente a lo que se piensa, es un alimento de fácil digestión.

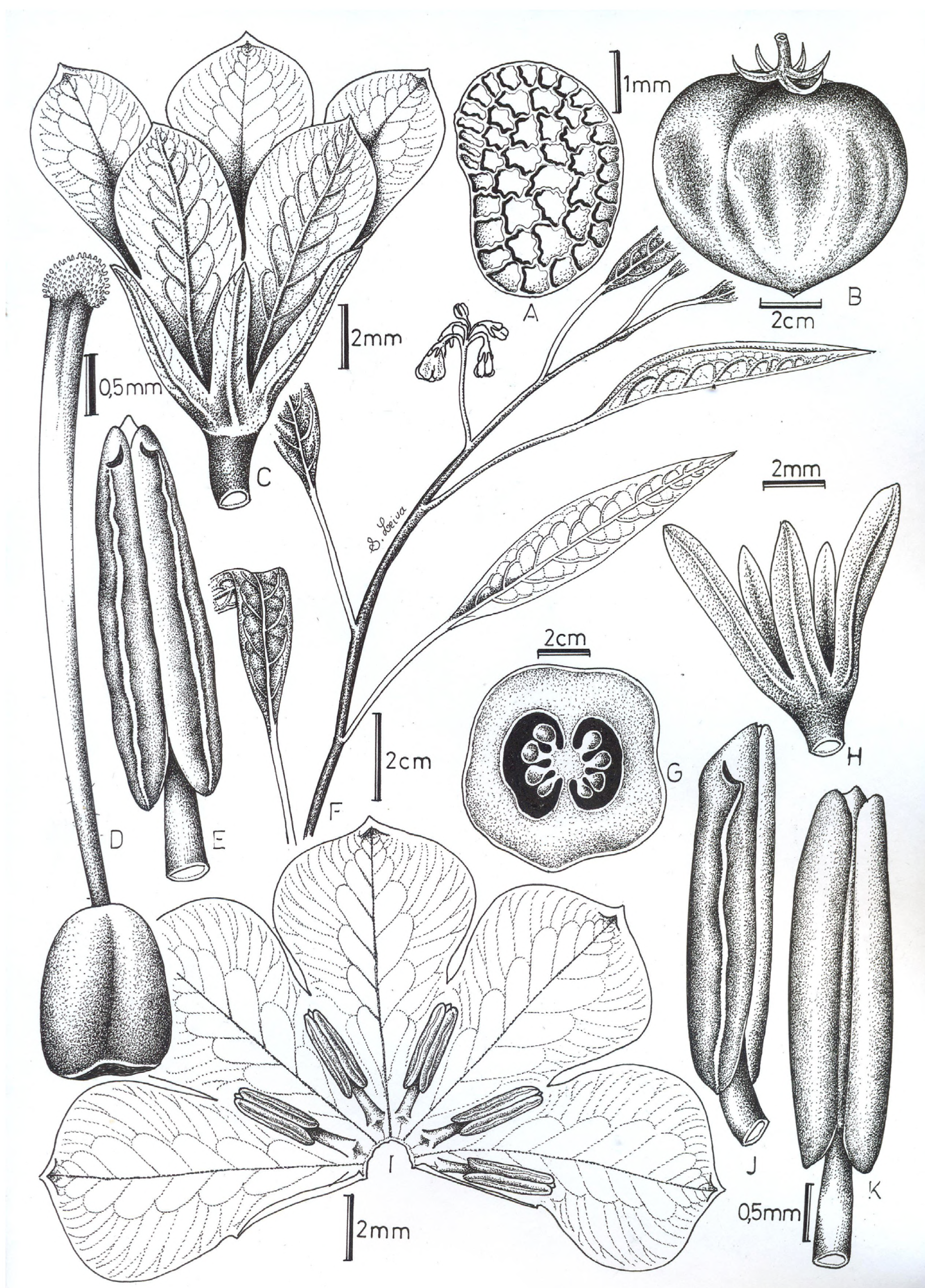


Fig. 3. *Solanum muricatum* Aiton, A. Semilla; B. Baya; C. Flor en antésis; D. Gineceo; E. Antera en vista ventral; F. Rama florífera; G. Sección transversal del ovario; H. Cáliz; I. Corola desplegada; J. Antera en vista lateral; K. Antera en vista dorsal. (Fotos: S. Leiva, G. Gayoso & L. Chang, 5768, HAO)

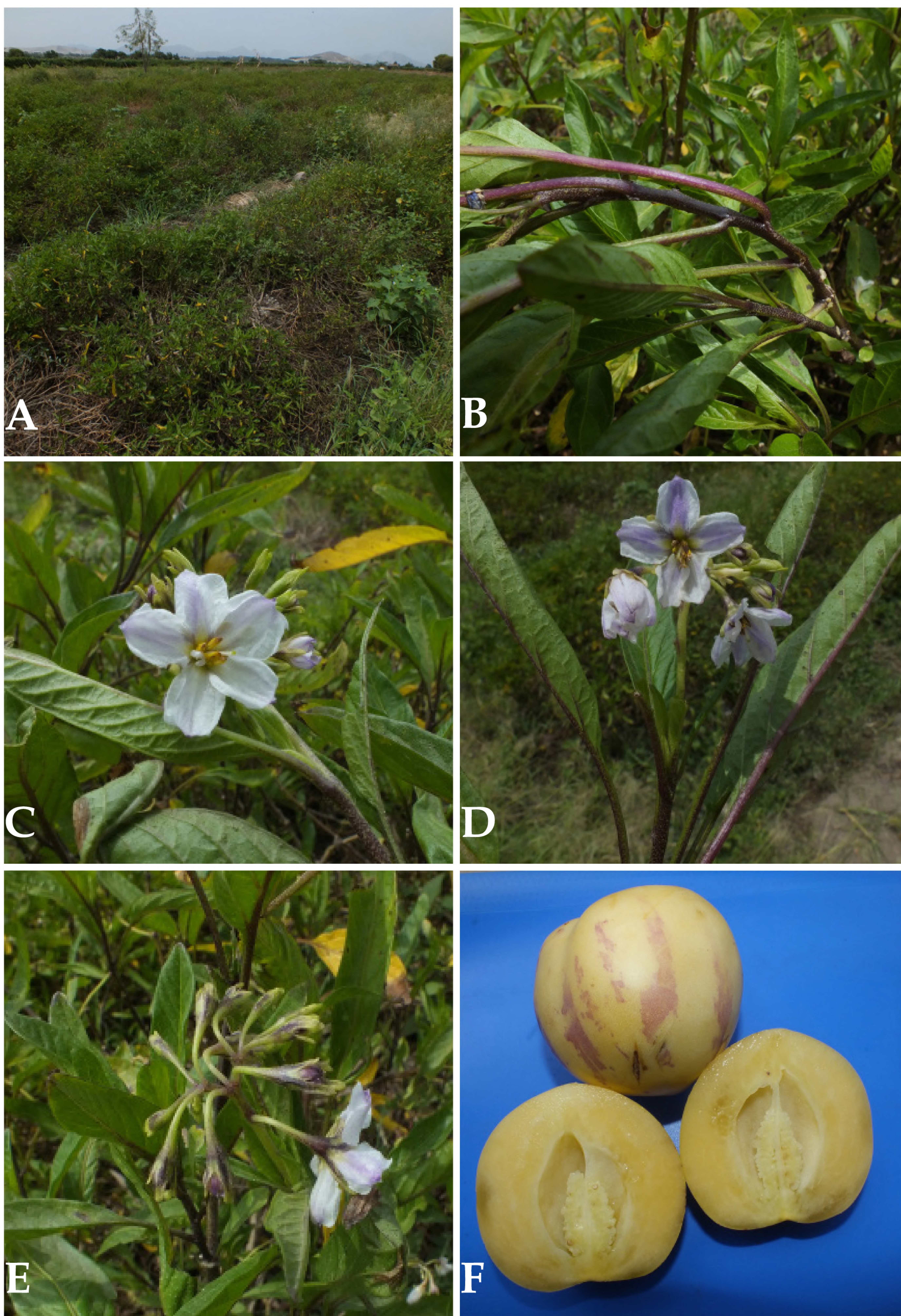


Fig 4 ***Solanum muricatum*** **Aiton;** A. Cultivo de "pepino" B.Tallo; C.-D. Flores en antésis vista interna; E. Inflorescencia y flor en antésis vista externa; F. Bayas. (Fotografías S. Leiva, G. Gayoso & L. Chang 5768, HAO).



Fig. 5. *Solanum lycopersicum* L.



Fig. 6. *Solanum muricatum* Aiton,

De hecho, el zumo es utilizado como antiinflamatorio del tubo digestivo y de la vejiga. Incluso se recomienda "pepino" crudo para desintoxicar el organismo, como remedio a la toxoplasmosis.

Discusión

El presente estudio ha demostrado la validez de la hipótesis de investigación, pues se ha establecido a través del presente análisis que *S. lycopersicum* L. "tomate" y *S. muricatum* Aiton "pepino" (Solanaceae) fueron utilizados como frutas por el poblador Moche del Perú prehispánico.

Al aplicar las encuestas a los pobladores de las localidades de Trujillo, Moche, Simbal, Poroto, Virú y Chao se determinó que el consumo de *S. lycopersicum* L. "tomate" y *S. muricatum* Aiton "pepino" (Solanaceae) se debe a dos factores: el conocimiento científico del valor nutritivo de estos frutos y por el conocimiento popular (tradición ancestral) que también se tiene de ellos.

Asimismo, al realizar el análisis morfodecorativo de la cerámica prehispánica en estudio se verificó que las representaciones fitomórficas corresponden a *S. lycopersicum* L. "tomate" (Fig. 5) y *S. muricatum* Aiton "pepino" (Fig. 6) (Solanaceae); ver fichas N°1-3 "pepinos"y ver ficha N° 2 "tomate".

En mérito a nuestros resultados, estamos de acuerdo con Lumbreras (1971), quien plantea que la arqueología se ocupa de reconstruir la historia de los pueblos que habiendo desaparecido no han dejado documentos escritos sobres sus costumbres y actividades. Para tal reconstrucción, recurre a todos los testimonios que queden de aquellos pueblos ancestrales.

También, coincidimos con Ravines (1989) respecto a que la cerámica prehispánica es un importante indicador de cambios culturales y es una de las manifestaciones plásticas que mejor han traducido las vivencias y expresado cabalmente el mundo del hombre andino.

Conclusiones

El *Solanum lycopersicum* L. "tomate" y S*olanum muricatum* Aiton "pepino" (Solanaceae) fueron utilizados como frutas por el poblador Moche del Perú prehispánico.

Agradecimientos

Nuestra gratitud a las autoridades de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, Perú, por su constante apoyo y facilidades de movilidad para la realización de las expediciones botánicas. También, expresamos nuestro agradecimiento a los Sres. Miguel Cisneros Rivera y Gustavo Rodríguez Sánchez (choferes de la UPAO) que con su profesionalismo, destreza y pulso firme al volante, nos transportaron sin contratiempos por las carreteras y caminos del Dpto. La Libertad-Perú, estos viajes, nos permitieron concluir satisfactoriamente con nuestro trabajo.

Literatura citada

Acosta, J. de. 1590. Historia natural y moral de las Indias. Juan de León, Sevilla.

APG-III. 2015. Angiosperm Phylogeny Group Website, ver: 13. http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/ (visitado: enero 2015).

Brako, L. & J. L. Zarucchi. 1993. Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 45: 1106-1107.

Cobo, B. 1653. Historia del Nuevo Mundo [manuscrito].

De Bock, E. 2012. Sacrificios humanos para el orden cósmico y la regeneración. Estructura y significado en la iconografía Moche. Ediciones Sian, Trujillo, Perú.

Feijoo de Sosa, M. 1902. Relación descriptiva de la ciudad i provincia de Trujillo del Perú. Trujillo.

Franceschi, S. 1994. "Tomatoes" and risk of digestive-

tract cancers. International Journal of Cancer 59: 181-184.

Giovannucci, *et al.* 1995. Intake of carotenoids and retinol to risk of prostate cancer. Journal of the National Cancer Institute 87: 1767-1776.

Hernández, R.; C. Fernández & P. Baptista. 1999. Metodología de la investigación, 1a ed. México.

Horkheimer. H. 1944. Visitas arqueológicas del noroeste del Perú. Trujillo, Perú.

Krzysztof, W. & G. Blasco. 2010. Propiedades nutraceúticas del licopeno. Salud pública México, vol. 52 no. 3. Cuernavaca.

Leiva, S.; M. Zapata; G. Gayoso; L. Chang & M. Leiva. 2013. Frutas silvestres de los Andes Centrales de América. Arnaldoa 20(2): 315-344.

Lumbreras, L. 1971. De los orígenes de la civilización en el Perú. Editorial Milla Batres, Lima, Perú.

Lumbreras, L. 1981. Arqueología de América andina. Editorial Milla Batres, Lima, Perú.

Mabberley, D. J. 2008. Mabberley's Plant-Book. Cambridge University Press. Nueva York.

Morales, D. 1993. Compendio Histórico del Perú. Historia Arqueológica del Perú. Editorial Milla Batres, Lima, Perú.

Muñoz, E. 2013. La importancia del pepino en nuestra dieta. Last updated Jul 03, 2013. En Google Académico. Recuperado el 26 de febrero del 2015.

Pamplona, J. 2004. El poder medicinal de los alimentos, 4a reimp. Casa Editora Sudamericana, Buenos Aires, Argentina.

Ramírez, F. & J. Deza. 2000. Cuando los desiertos eran bosques. Formaciones prehispánicas en la costa norte peruana. Universidad Alas Peruanas, Lima, Perú.

Ravines, R. 1980. Chan Chan. Metropoli Chimú. Instituto de Estudios Peruanos, Lima, Perú.

Ravines, R. 1989. Arqueológia práctica. Editorial Los Pinos, Lima, Perú.

Ravines, R. 1994. Historia General del Perú. Las Culturas Preincas, tomo II. Editorial Brasa, Lima, Perú.

Rowe, J. & D. Menzel. 1973. Peruvian Archaelogy. Selected Readings: A peek publication.

Sánchez, H & C. Reyes. 1998. Metodología y diseño en la investigación científica. Editorial Mantaro, Lima.

Ulloa, C.; J. Zarucchi & B. León. 2004. Diez años de adiciones a la flora del Perú: 1993-2003. Arnaldoa. Edición Especial.

Vergara, E. & M. Sánchez. 2008. Mitografía y diseño Moche. Atlántida Impresiones, Trujillo, Perú.

Anexo

FICHA 1. REGISTRO DE CERAMICA

MATERIAL: cerámica

N° DE FICHA: 01

INVENTARIO N°: C-00092. Museo UPAO

OTROS N°: 01590

CULTURA: Moche

ESTILO: Moche IV

PROCEDENCIA: desconocida

ADQUISICIÓN: donación

CARACTERISTICAS:

OBJETO: cerámica

TIPO: botella — LABIO: redondeado

FORMA: escultórica-fitomorfa — COLOR: crema-rojo

CUELLO: tubular, algo cónico — BORDE: encurvado.

ASA: estribo — GARRADERA:

BASE: — SOPORTE:

OTROS: los frutos terminan en forma cónica, pero la posición de los frutos hace que el ceramio sea estable

MANUFACTURA

TECNICA: molde

DESCRIPCIÓN: hecho en horno abierto. Atmósfera oxidante

OTROS: pulido, pintado

DECORACIÓN

TÉCNICA: molde - pintura

COLOR(ES): rojo/crema/rojo (arcilla cocida)

DESCRIPCIÓN: molde: en el ceramio se representan 04 frutos- vegetales: pepinos.

Pintura: los 04 frutos presentan trazos lineales.

OTROS:

MEDIDAS (cm.)

Altura: 21 Ancho: 12.5 Largo:9.5 Cont. Max.:28

Diámetro boca: 7 Diámetro base: Diámetro abertura: 1.8

Peso (gr.): 542

ESTADO DE CONSERVACIÓN: mala, labio roto, decoración pintada deteriorada

OBSERVACIONES: altura cuello: 5.3 contorno base cuello: 8.5 grosor del asa: 8

medidas del fruto 11 x 15 (ancho máx.)

UBICACIÓN ACTUAL: caja 41, museo UPAO

REGISTRADO POR: GGB

FECHA: : diciembre 2014

OBSERVACIONES:

FICHA 2. REGISTRO DE CERAMICA

MATERIAL: Cerámica

N° DE FICHA: 02

INVENTARIO N°: C-00088- Museo UPAO

OTROS N°: 101586

CULTURA: Moche

ESTILO: Moche IV

PROCEDENCIA: desconocida

ADQUISICIÓN: donación

CARACTERISTICAS:

OBJETO: cerámica

TIPO: botella LABIO: redondeado

FORMA: algo globular, achatado COLOR: crema-rojo

CUELLO: algo cónico BORDE: reborde

ASA: estribo

BASE: circular, plana y estable SOPORTE:

OTROS:

MANUFACTURA

TECNICA: molde

DESCRIPCIÓN: hecho en horno abierto. Atmósfera oxidante. Presenta cocción irregular

OTROS: pulido, con brillo

DECORACIÓN

TÉCNICA: pintura

COLOR(ES): crema/rojo (arcilla cocida)

DESCRIPCIÓN: pintura: en el cuerpo del ceramio, en la parte superior, representan una hoja de una planta de tomate. La hoja tiene 5 puntas. En la hoja presenta círculos en blanco/rojo.

OTROS:

MEDIDAS (cm.)

Altura: 20 Ancho: 15 Largo: 9.5 Cont. Max.:47.5

Diámetro boca: 8 Diámetro base: 12.8 Diámetro abertura: 1.5

Peso (gr.): 537

ESTADO DE CONSERVACIÓN: mala, labio roto, ceramio despostillado, borde roto.

OBSERVACIONES: altura cuello: 3.5 altura cuerpo: 10 grosor del asa: 9

base del cuello 8.5 medidas internas del asa: 5 x 4.5 medidas externas asa: 11.5

UBICACIÓN ACTUAL: caja 53, museo UPAO

REGISTRADO POR: GGB

FECHA: : diciembre 2014

OBSERVACIONES:

FICHA 3. REGISTRO DE CERAMICA

MATERIAL: Cerámica

N° DE FICHA: 03

INVENTARIO N°: C-00113- Museo UPAO

OTROS N°: 101611

CULTURA: Moche

ESTILO:

PROCEDENCIA: desconocida

ADQUISICIÓN: donación

CARACTERISTICAS:

OBJETO: cerámica

TIPO: botella — LABIO: recto, plano

FORMA: escultórica- fitomorfa — COLOR: crema-rojo

CUELLO: recto, tubular — BORDE: recto

ASA: arqueada, cintada

BASE: aplanada, poco estable

OTROS:

MANUFACTURA

TECNICA: molde

DESCRIPCIÓN: hecho en horno abierto. Atmósfera oxidante. Presenta cocción irregular

OTROS: pulido, pintado

DECORACIÓN

TÉCNICA: molde-pintura

COLOR(ES): marrón/crema/rojo

DESCRIPCIÓN: molde: el ceramio es la representación de 02 frutos (pepinos)
Pintura: los frutos presentan trazos lineales en marrón/crema

OTROS:

MEDIDAS (cm.)

Altura: 12.5 — Ancho: 9 — Largo: 13 — Cont. Max.:36.5

Diámetro boca: 9.5 — Diámetro base: — Diámetro abertura: 2.5 x 2.6

Peso (gr.): 309

ESTADO DE CONSERVACIÓN: mala, ceramio despostillado, decoración pintada deteriorada.

OBSERVACIONES: altura cuello: 5.8 medidas asa: 7 x 1.6 x 5.5 altura frutos: 6.5 x 6.8 contorno frutos: 2.4

UBICACIÓN ACTUAL: caja 63, museo UPAO

REGISTRADO POR: GGB

FECHA: diciembre 2014

OBSERVACIONES:

Arnaldoa 22 (1): 225 - 232, 2015 ISSN: 1815-8242

Evaluación de los principales residuos lignocelulósicos agroindustriales del departamento de La Libertad, Perú como potenciales materias primas para la obtención de bioetanol

Evaluation of major agroindustrial lignocellullosic wastes of the La Libertad department, Peru as potential raw materials for bioethanol obtention

Cecilia Betzabet Bardales Vásquez
Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo-PERÚ cbardalesv@upao.edu.pe
Candace Michell Rojas Ruíz
Facultad de Ingeniería, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo- PERÚ
crojasruiz@upao.edu.pe
Carlos Alberto León Torres
Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo- PERÚ
cartaviolabs@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar los principales residuos lignocelulósicos agroindustriales de la región La Libertad (departamento La Libertad), Perú, con la finalidad de determinar su potencial uso como materia prima para la producción de bioetanol de segunda generación. Se procedió a realizar la determinación y ubicación geográfica de los principales residuos del departamento La Libertad y posteriormente a la determinación de su potencialidad como futuras materias primas para la producción de bioetanol mediante la determinación de azúcares reductores totales; para lo cual, se procedió al secado y fraccionado de los residuos seleccionados y posteriomente a hidrólisis química, física y físico- química, utilizando como soluciones extractantes agua destilada estéril, ácido sulfúrico e hidróxido de sodio al 1.25% en una relación partícula - solvente 1:10. La determinación de los azúcares reductores totales, se realizó en los filtrados obtenidos de cada uno de los tratamientos, empleando el método de Folin-Wu. Los resultados indican, que la provincia de Virú, es la que genera la mayor cantidad de residuos lignocelulósicos productos del procesamiento del "espárrago", "maíz amarillo" y "alcachofa". Se concluye, que los principales residuos lignocelulósicos con potencialidad para ser usados como materia prima para la producción de bioetanol son, la broza de "maíz amarillo duro", hoja de "caña de azúcar", cascarilla de "arroz" y coronta de "maíz".

Palabras clave: Residuos lignocelulósicos, bioetanol, departamento de La libertad, Perú.

Abstract

This study aimed to assess the main agroindustrial lignocellulosic residues La Libertad region (La Libertad departament), Peru in order to determine its potential use as raw material for the production of second generation bioethanol. He proceeded to make the determination and geographic location of the main waste of the department of La Libertad and subsequently determining their future potential as raw materials for the production of bioethanol by determining total reducing sugars; for which we proceeded to drying and fractionated waste and subsequently be selected to chemical, physical and physical-chemical hydrolysis, as extractants solutions using sterile distilled water, sulfuric acid and sodium hydroxide to 1.25% in a particle ratio - solvent 1: 10. The determination of total reducing sugars was performed on the filtrates obtained from each of the treatments using the Folin-Wu. The results indicate that the province of Viru is what generates the greatest amount of lignocellulosic waste products processing asparagus, yellow corn and artichoke. It is concluded that the main lignocellulosic residues with potential to be used as feedstock for the production of bioethanol are the brush of yellow corn, sugarcane leaf, rice husks and cobs of corn.

Keywords: waste lignocellulosic bioethanol, La Libertad department, Peru.

Introducción

En los últimos años, el mundo está enfrentando el agotamiento progresivo de sus recursos energéticos, basados mayoritariamente en combustibles no renovables. Al mismo tiempo, la demanda mundial de energía aumenta a ritmo cada vez más creciente, ocasionando con ello, la dependencia energética y económica de los países productores de petróleo (IEA, 2010; IPCC, 2011). Nuestro país, no es ajeno a esta problemática mundial y, las estadísticas actuales indican que la producción del crudo convencional en el Perú se reduce gradualmente desde el año 1980; habiéndose estimado, que del año 2002 al 2012, la producción nacional se ha reducido en 27 mil barriles diarios (Perúpetro, 2012). No es difícil deducir, que el Perú experimenta una inexorable reducción del principal recurso energético del país, deslizándose peligrosamente hacia una dependencia energética nunca antes imaginada e

incrementando la vulnerabilidad energética del país.

Frente a esta problemática, la biotecnología, ofrece múltiples alternativas tecnológicas como, la producción de los llamados biocombustibles líquidos tales como: el bioetanol, biodiesel y biogas. La tasa de crecimiento de la producción de bioetanol, se ha duplicado desde el año 2003 a la fecha. Se ha estimado, que la demanda mundial de bioetanol será de aproximadamente 66 mil millones de litros para el año 2015 (Energy Project, 2001), lo cual, conllevará a un aumento significativo en las políticas promotoras de la producción de bioetanol a nivel mundial (CIMET, 2005). Históricamente, la obtención de etanol de primera generación se ha realizado utilizando *Saccharum officinarum* "caña de azúcar", Zea mays "maíz" y *Triticum aestivum* "trigo"; lo cual se ha traducido en una competencia entre los productos destinados a la alimentación humana y los biocombustibles (Vessia, 2005).

Ante la problemática descrita, se hace necesario buscar nuevas alternativas para la obtención de bioetanol, las que deben estar orientadas a los recursos lignocelulósicos, especialmente aquellos que son abundantes en la región y que se encuentran como residuos o desechos. La utilización de biomasa lignocelulósica es, a mediano plazo, la alternativa más prometedora para la obtención de bioetanol a bajos costos, posibilitando que este producto pueda ser adoptado por la industria como fuente de energía (Barrena, 2009; Avella, 2009).

Teniendo en cuenta, que La Libertad es un departamento líder en la actividad agroindustrial, destacando por su aporte de 11,6% al sector a nivel nacional y que, debido a las políticas implantadas por el gobierno para impulsar la agroexportación y la producción de bioetanol, ambos rubros tenderán a crecer significativamente en las próximas décadas, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar, mediante la determinación de la concentración de azúcares reductores totales, los residuos lignocelulósicos derivados de la actividad agroindustrial del departamento de La Libertad, con la finalidad de seleccionar, cuál representa la mejor opción para ser utilizado como materia prima en la producción de bioetanol de segunda generación a partir de un proceso de transformación integral y ambientalmente responsable, basado en el aprovechamiento de los residuos lignocelulósicos.

Material y Métodos

1. Identificación y localización de los principales residuos lignocelulósicos agroindustriales del departamento La Libertad

Se identificaron los principales cultivos agroindustriales por provincia y el tipo de residuos lignocelulósicos que producen cada uno, determinándose los volúmenes aproximados de la generación de residuos empleando la técnica de Análisis documentario, para lo cual, se revisó la información disponible desde el año 2008 hasta el 2013 por el Ministerio de Agricultura de la Región La Libertad y la Cámara de Comercio y Producción de La Libertad (MINAG, 2013)

2. Determinación de la potencialidad de los principales residuos lignocelulósicos como futuras materias primas para la producción de bioetanol

Se realizó mediante la determinación de azúcares reductores totales de cada uno de los residuos lignocelulósicos seleccionados en la primera etapa.

2.1. Acondicionamiento de las muestras:

Se realizó el secado y fraccionamiento de las muestras, para facilitar su acondicionamiento en la estufa en la cual fueron sometidas a 70ºC durante 1 hora. Posteriormente, las muestras fueron trituradas utilizando un molino de acción mecánica hasta lograr pasar por un cedazo de 0.5 mm a 1.0 mm de poro (McMillan, 1994).

2.2. Proceso de extracción de azúcares reductores totales ART

Las muestras fueron sometidas a la acción de diferentes solventes, con la finalidad de realizar la extracción de ART. Se utilizaron las muestras pretratadas y H_2O, H_2SO_4; NaOH al 1.25% como solventes en una relación sustrato-solvente de 1:10. Los procesos de extracción, se realizaron en un total de 15 tratamientos, en los cuales se fueron combinando métodos químicos y físicos de extracción de la siguiente manera:

- Tratamientos 1, 2 y 3: Extracción de "ART" mediante hidrólisis química, usando H_2SO_4 1.25% v/v; NaOH 1,25% p/v y H_2O respectivamente, en un sistema de decocción por 30 minutos.

- Tratamientos 4, 5 y 6: Extracción de "ART" mediante hidrólisis químico-física usando H_2SO_4 1.25% v/v, NaOH 1.25% p/v y H_2O respectivamente; en un sistema de autoclave a 120ºC, 15 Psi por 30 minutos.

- Tratamientos 7, 8 y 9: Extracción de "ART" mediante hidrólisis mixta (Químico-físico y Química) en continuo, usando H_2SO_4 1.25% v/v; NaOH 1.25% p/v y H_2O respectivamente.

- Tratamientos 10, 11 y 12: Extracción de "ART" de la fracción no soluble de los tratamientos 4, 5 y 6. Extracción por agotamiento mediante hidrólisis química usando solamente H_2SO_4 1.25% v/v en cada tratamiento, en un sistema de decocción por 30 minutos.

- Tratamientos 13, 14 y 15: Combinación de las fracciones solubles de los tratamientos (4, 5 y 6 y 10, 11 y 12).

2.3. Cuantificación de los azúcares reductores totales "ART"

Los ART se cuantificaron utilizando el filtrado obtenido en los diferentes tratamientos (físicos, químicos y físico-químico), empleándose para esto, el método de Folin – Wu.

3. Análisis estadístico.

La determinación de diferencias entre tratamientos, se realizó con la prueba "t" de Student. La variación dentro de cada tratamiento, se determinó mediante ANVA.

Resultados

En la Tabla 1, se observan los principales cultivos del departamento La Libertad, Perú y, los residuos lignocelulósicos que estos generan como parte de su procesamiento industrial. Así también, la Figura 1 muestra los volúmenes de residuos lignocelulósicos generados en la provincia de Virú, dentro de los cuales destaca los residuos del cultivo de "espárrago" con 90 000, seguido por los de la "alcachofa" con 50 000, el "pimiento" con 32 000 y el "maíz amarillo" duro con 10 000 Kg/ha respectivamente.

La tabla 2, muestra las concentraciones promedios de azúcares reductores totales ART (g/L), obtenidos después de someter a los diferentes residuos lignocelulósicos a hidrólisis química, física y físico- química; la misma que muestra claramente, que la hidrólisis mixta físico-química, fue el método más eficiente para la extracción de ART de los diferentes residuos lignocelulósicos

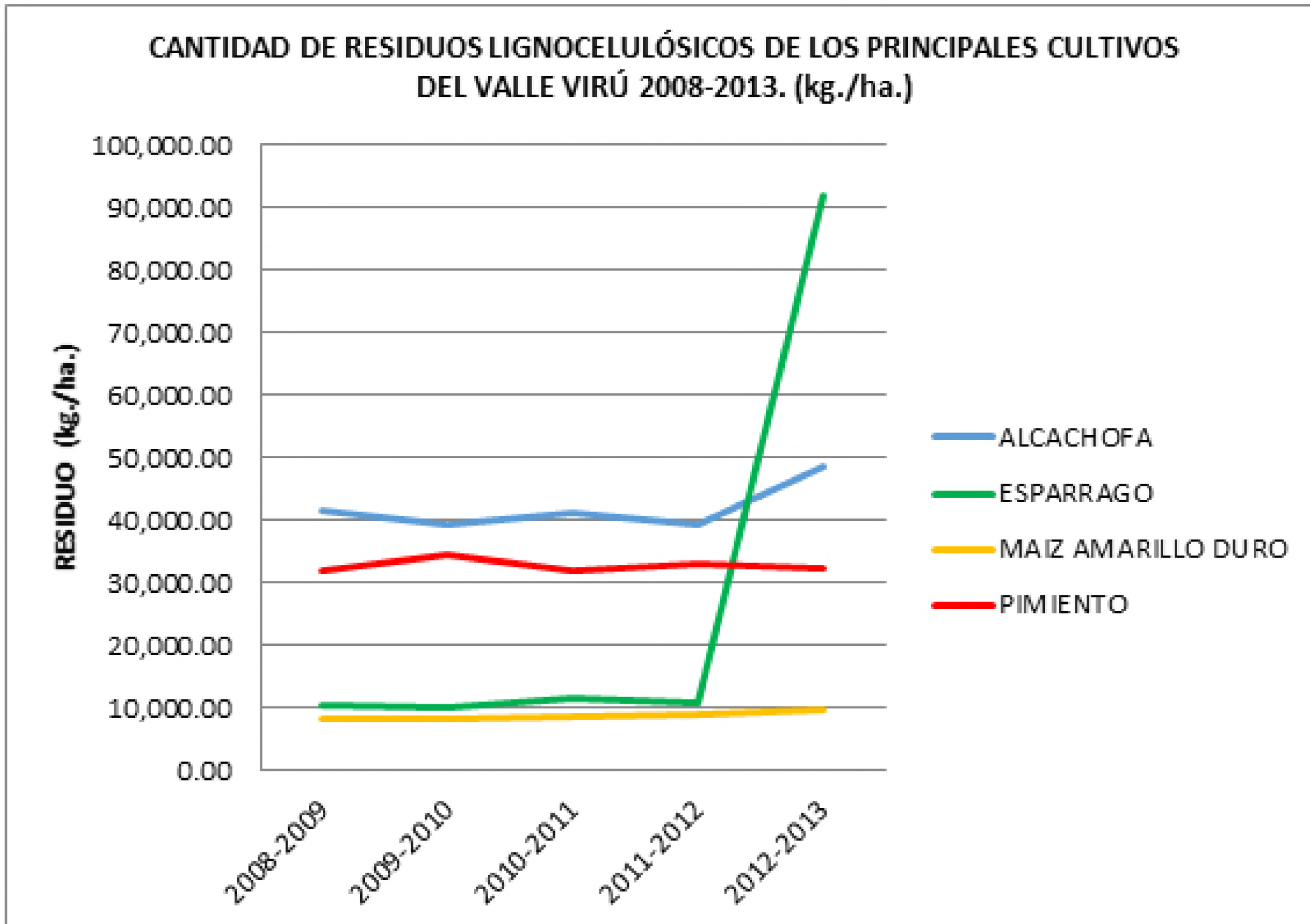


Fig. 1: Cantidad de residuos lignocelulósicos (Kg/ha) de los principales cultivos del Valle Virú 2008 - 2013

Tabla 1: Principales residuos lignocelulósicos del departamento La Libertad

Provincia	Principales cultivos	Principales residuos lignocelulósicos
Virú	Espárrago	Broza, Peladilla
	Maíz amarillo duro	Coronta, hojas
	Alcachofa	Brácteas
	Pimiento	Hojas
Ascope	Caña de azúcar	Hojas
	Maíz amarillo duro	Coronta, Hojas
	Espárrago	Broza
Trujillo	Maíz amarillo duro	Coronta
	Caña de azúcar	Hojas
Chepén	Arroz	Cáscara
	Maíz amarillo duro	Coronta, hojas

Tabla 2: Concentración de azúcares reductores totales "ART" en g/L de los principales residuos lignocelulósicos del departamento La Libertad

Residuo Lignocelulósico Agroindustrial	Concentración de ART en g/L
Maíz amarillo - Broza	53.930
Caña de Azúcar- Hoja	29.215
Arroz- Cascarilla	24.189
Maíz Amarillo- Coronta	20.220
Pimiento- Broza	16.518
Alcachofa- Broza	14.996
Alcachofa- Brácteas	12.076
Espárrago- Broza	8.933
Espárrago- Peladilla	6.240

evaluados.

Asimismo, la tabla 3, muestra los principales residuos lignocelulósicos del departamento La Libertad con sus concentraciones de ART extraídos mediante los diferentes procesos de hidrólisis utilizados, dentro de los cuales destaca la concentración de ART obtenidos a partir de la broza del "maíz amarillo duro" con 53. 930 g/L, las hojas de "caña de azúcar" con 29.215 g/L, la cascarilla de "arroz" con 24.189 g/L y la coronta de "maíz amarillo duro" con 20.220 g/L.

Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación, muestran claramente que la actividad agroindustrial en el departamento La Libertad-Perú, se realiza en mayor proporción en la zona costera del departamento y, abarca principalmente 4 provincias: Virú, Ascope, Trujillo y Chepén. Según la figura 1, la provincia de Virú debido a su gran actividad agroindustrial, contribuye con la mayor generación de residuos lignocelulósicos agroindustriales provenientes del procesamiento de los cultivos de *Asparagus officinalis* "espárrago", *Cynara scolymus* "alcachofa", *Zea mays* "maíz amarillo duro" y *Capsicum annum* "pimiento", los cuales, se perfilan de acuerdo a su volumen de generación y a su disponibilidad, como futuras materias primas para la producción de bioetanol.

En cuanto a la potencialidad de los diferentes residuos lignocelulósicos evaluados, esta ha sido determinada mediante la extracción de azúcares reductores, encontrándose que los residuos lignocelulósicos que se presentan en ésta investigación pueden ser utilizados como materia prima para la producción de bioetanol, debido, a que presentan gran cantidad de azúcares reductores totales que son fermentables en alcohol, otorgándole así, un importante valor económico (Cabrera *et al*; 2004). Es importante destacar, que la cantidad de los azúcares reductores totales de cada uno de los residuos, se encuentra directamente proporcional con la cantidad estimada de la producción de alcohol, es decir, a mayor cantidad de azúcares reductores totales que presente el residuo, mayor será la producción de alcohol que

se obtendrá de estas. En este contexto, la tabla 3, muestra que los principales residuos lignocelulósicos con potencial uso como materia prima para la producción de bioetanol provienen de los cultivos de "maíz amarillo duro", "caña de azúcar" y "arroz".

Conclusiones

• Los principales residuos lignocelulósicos agroindustriales del departamento La Libertad-Perú, con potencialidad para la producción de bioetanol son la broza de "maíz amarillo duro", hoja de "caña de azúcar", cascarilla de "arroz" y coronta de "maíz amarillo".

• El método más adecuado a utilizar para lograr la extracción de ART de los residuos lignocelulósicos, es la hidrólisis mixta.

Literatura citada

Avella, O. 2009. Etanol celulósico a partir de residuos agrícolas. Lima. Perú.

Barrena, V. 2009. Análisis de recursos biomásicos leñosos y de residuos para uso combustible.

Cabrera, S.; E. Aranda; A. Martínez; A. Gómez & R. Quintero. 2004. Biocombustibles a partir de Residuos Lignocelulósicos, Estudios Económico del Caso: Bagazo de la Caña en México. Centro de Investigación en Biotecnología-UAMEM. Instituto de Biotecnología-UNAM. Instituto Mexicano del Petróleo. México.

CIEMAT, 2005. Centro de investigaciones energéticas, medioambientales y tecnológicas de España. Procedimiento de producción de etanol a partir de biomasa lignocelulósica utilizando una nueva levadura termotolerante. España.

Energy Project. 2001. Integrated biomasa utilization for production for biofuels.

I. E.A. 2010. 30 key Energy Trend in the IEA and worldwide. Paris. IEA. 35 pp.

IPCC, 2011. Climate change – 2011: The physical science basis. Summary for policymakers. Contribution of working group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Ginebra: IPCC. 21 pp.

Mc Millan, J. D. 1994. Pretreament of lignocellulosic biomas. In: Enzymatic conversión of biomas for fuel production. Pp. 292-324. American Chemical Society. Washington.

Ministerio de Agricultura. 2013. Informe anual de cultivos de agroexportación.

Perúpetro. 2012. Informe anual de la producción de combustibles año 2011- 2012

Vessi. 2005. Biofuels from lignocellulosic material. In the Norwegian context 2010, Technology, Potential and Cost. Capítulo 2. Trondheim, Suecia.

Tabla 3. Promedios de los azúcares reductores totales "ART" en g/L extraídos de los principales residuos lignocelulósicos agroindustriales del departamento de La Libertad-Perú mediante hidrólisis química, física y químico- física

Tratamiento / ART(g/l) ResLigno	HIDROLISIS QUIMICA (DECOCCIÓN X 30min.)			HIDROLISIS QUIM-FISIC AUTOCLAVE (120°Cx15PSI x 30min)			HIDROLISIS MIXTA H.QUIMICA-QUIM-FISIC DCx30min+120°Cx15x30			H.QUIM-AGOTAMIENTO FRAC.NO SOLUB-HQF + DECOCx30min/H_2SO_4			COMB.FRAC-SOLUBLE H.QUIM-FISICA + H. QUIMICA-AGOTAMT		
	H_2SO_4 1.25%	NaOH 1.25%	H_20	H_2SO_4 1.25%	NaOH 1.25%	H_20	H_2SO_4 1.25%	NaOH 1.25%	H_20	H_2SO_4 1.25%	NaOH 1.25%	H_20	H_2SO_4 1.25%	NaOH 1.25%	H_20
ALCACHOFA-BRACTEAS	8.343	1.781	1.502	15.754	1.314	3.596	12.076	1.211	4.579	1.929	3.407	3.824	14.291	4.18	5.335
ALCACHOFA-BROZA	9.021	1.802	3.63	11.881	1.767	2.478	14.996	1.211	5.817	2.707	2.82	3.491	10.991	3.663	2.414
ARROZ-BROZA	4.405	1.079	2.123	7.071	1.299	2.062	12.88	0.941	0.893	3.824	3.442	9.355	8.835	3.103	9.572
ARROZ-CASCARILLA	11.738	1.273	1.234	19.353	1.445	1.048	24.189	0.732	0.817	2.45	3.27	8.109	20.976	1.394	7.131
CAÑA DE AZUCAR-HOJA	12.805	1.356	5.73	22.836	2.176	6.111	29.215	1.983	8.524	3.359	2.619	7.224	21.589	3.873	9.17
ESPARRAGO-BROZA	5.94	1.55	5.26	11.01	2.08	3.48	8.933	1.64	4.44	2.44	2.44	2.46	11.668	3.814	5.565
ESPARRAGO-PELADILLA	1.75	0.65	1.76	5.53	0.6	2.34	6.24	0.84	5.93	1.42	2.82	5.03	6.52	3	7
MAIZAMARILLOD-BROZA	29.02	1.56	6.39	42.68	2.828	7.025	53.93	2.68	11.219	4.34	3.706	8.488	43.27	3.63	7.81
MAIZAMARILLO-CORONTA	4.1	0.053	2.117	9.937	3.203	5.47	20.22	0.817	1.653	7.213	3.193	6.617	14.25	5.643	8.973
PIMIENTO-BROZA	7.443	1.258	5.662	14.295	2.533	7.177	16.518	3.739	7.902	3.961	1.743	4.629	14.154	4.817	10.592

Arnaldoa 22 (1): 233 - 242, 2015 ISSN: 1815-8242

Valor económico de los residuos lignocelulósicos de los principales cultivos agrícolas del valle Virú, La Libertad-Perú, 2014

Economic value of the lignocellulosic waste of the main agricultural crops of the Viru Valley, La Libertad-Peru, 2014

Paola Florián Chamache; Carlos León Torres & Francisco Villanueva Polo
Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad. Perú
pao_cflorianc@hotmail.com

Celicia Betzabet Bardales Vásquez
Universidad Privada Antenor Orrego
cbardalesv@upao.edu.pe

Resumen

La utilización de materiales lignocelulósicos viene siendo investigada intensamente, porque representan el mayor componente de los residuos agrícolas y desechos agroindustriales en el mundo, que constituyen una fuente abundante y segura de recursos renovables y energía. En la presente investigación se determinó el valor económico de los principales residuos lignocelulósicos del valle Virú tales como brácteas de *Cynara scolymus* "alcachofa", peladilla de *Asparagus officinalis* "espárrago", coronta de *Zea mays* "maíz amarillo duro" y hojas y tallos de *Capsicum annuum* "pimiento", sobre la estimación de la producción de bioetanol. Se concluye, que los residuos lignocelulósicos de los principales cultivos agrícolas del valle Virú-Perú, presentan buenos porcentajes de azúcares reductores totales, componentes esenciales que son excelentes para elaborar diversos productos bioenergéticos como el bioetanol que confirman el importante valor económico biológico. A medida que aumenta la concentración de azúcares reductores totales, aumenta el valor económico de los residuos lignocelulósicos agrícolas, presentando mayor valor económico el residuo de coronta de *Zea mays* "maíz amarillo duro" con S/. 1257.15 por tonelada de residuo que presenta 9.93 g/L de azúcares reductores totales y su estimación en la producción de bioetanol es de 289 L/Tn.

Palabras clave: Residuos lignocelulósicos, biomasa, bioetanol, azúcares reductores totales.

Abstract

The use of lignocellulosic materials is being investigated, because they represent the largest component of agricultural residues and agro-industrial wastes in the world, which are abundant and renewable resources and energy sources. In the present study determined the economic value of the main lignocellulosic waste Virú Valley such as bracts *Cynara scolymus* "artichoke", sugar coated *Asparagus officinalis* "asparagus", cob of *Zea mays* "hard yellow corn" and leaves and stems of *Capsicum annuum* "pepper", on the estimation of the production of bioethanol. It concludes, that the main agricultural crops of the Virú Valley, Peru lignocellulosic waste have good percentages of sugars total essential components that are excellent for producing various bioenergy bioethanol as confirming the important economic value of biological. It increases the concentration of total reducing sugars increases the economic value of agricultural lignocellulosic residues, presenting greater economic value the residue of cob of *Zea mays* "hard yellow corn" with S /. 1257.15 per ton of waste that presents 9.93 g/l of total reducing sugars and its estimation in the production of bioethanol is 289 L/Tn.

Keywords: Waste lignocellulosic biomass, bio-ethanol, total reducing sugars.

Introducción

En la década de los años 70, una parte importante de los biotecnólogos de todo el mundo, enfocaron sus investigaciones hacia la utilización y aprovechamiento de los residuos agroindustriales para la producción de compuestos útiles como insumos de otros procesos industriales; los primeros años, la prioridad se enfocó a la generación de productos con valor agregado, años más tarde, se sumó la prioridad de utilizar los residuos para reducir el impacto ambiental que ocasiona su disposición, y a partir del presente siglo, la prioridad está enfocada a la producción de bioenergéticos y a la elaboración de nuevas formulaciones de alimentos para animales (Saval, 2012). El desarrollo de los biocombustibles o de la bioenergía en general, abre una oportunidad de fortalecimiento para el sector agrícola en países en vías de desarrollo como el Perú, en la medida que obedezca a un proceso de planificación estratégica y se tenga en cuenta el desarrollo sostenible (García, 2010).

El principal reto, en la producción de etanol a partir de biomasa lignocelulósica, es el pre tratamiento e hidrólisis de la materia prima. En general, las metodologías para la obtención de etanol tienen procesos similares que permiten que se puedan diferenciar (Avella, 2009).

El concepto de valor económico de un recurso, lo basan los economistas en un mecanismo de decisión, en el cual, los individuos racionales realizan el mejor uso y oportunidades que ofrece el recurso. El mecanismo, está bajo el supuesto, de que los individuos miembros de la economía, reaccionan sistemáticamente a los cambios que perciben en sus situaciones (Pérez, 2011).

El departamento La Libertad-Perú, se constituye como una de las principales regiones agrícolas de la costa peruana, por las condiciones favorables que presenta para su desarrollo. A las condiciones climáticas idóneas para un importante número de productos, se adiciona, el ser una de las regiones líderes en la tecnificación de cultivos, fruto de las inversiones realizadas durante la última década por el sector privado, así como, por la infraestructura generada por los grandes proyectos de irrigación (Región La Libertad y Banco Central de Reserva del Perú, 2013).

Teniendo en cuenta, que el departamento La Libertad es considerado como uno de los principales productores agrícolas, obteniéndose gran cantidad de residuos lignocelulósicos que son el producto de las actividades agrícolas y agroindustriales, considerando que estos desechos son materias primas abundantes y baratas, y principalmente son potencialmente buenos para ser utilizados en la producción de azúcares, alimento para animales, biomasa microbiana, producción de ácidos orgánicos entre otros, ésta investigación puede ser un gran elemento de partida para la mejor utilización de los residuos agrícolas y la disminución de la contaminación ambiental; por tanto, el presente aporte científico tiene como objetivo determinar el valor económico de los residuos lignocelulósicos de los principales cultivos agrícolas del valle Virú-Perú a partir de la cantidad de azúcares reductores totales (g/L) que presentan y la estimación de la producción de bioetanol (L/Tn).

Material y métodos

El universo muestral, estuvo conformado por los residuos lignocelulósicos de los principales cultivos agrícolas del valle Virú-Perú. Se realizó una identificación previa de ellos en el ámbito de las zonas cultivadas, mediante la información disponible desde el año 2008 hasta el 2013 proporcionado por el Ministerio de Agricultura de la Región La Libertad y la Cámara de Comercio y Producción La Libertad.

Para determinar el valor económico de los residuos lignocelulósicos de los principales cultivos del valle Virú. Se calculó la cantidad de los residuos lignocelulósicos en (%) y (kg/ha) de brácteas de *Cynara scolymus* "alcachofa", peladilla de *Asparagus officinalis* "espárrago", coronta de *Zea mays* "maíz amarillo duro" y hojas y tallos de *Capsicum annuum* "pimiento" y la biomasa total (kg/ha) de estos cultivos, para esto, se tomó en cuenta los resultados de la producción agrícola proporcionados por el Ministerio de Agricultura La Libertad desde los años 2008 al 2013, para ello, se utilizó la Técnica de Análisis (Landry, 1988). El método de valoración usado fue el de valoración directa (MVD), basándose en precios de mercado disponibles o en observación de cambios en la productividad (Pearce & Markandya, 1989). En el caso de

la estimación del valor económico de los residuos lignocelulósicos partiendo de la concentración de los azúcares reductores totales (ART) fermentables (Pearce & Turner, 1995) y la estimación de la producción de bioetanol de los residuos lignocelulósicos de los principales cultivos agrícolas del valle Virú se empleó el Método de Precios de Mercado (Monroe, 1999) y según las categorías de valor económico, el valor económico de los residuos lignocelulósicos que se determinó es el valor económico directo (Pearce & Turner, 1995). A partir de la concentración de los "ART" de cada uno de los residuos lignocelulósicos, se estimó la cantidad de bioetanol que se puede producir; finalmente, se halló el valor económico de cada uno de los principales residuos lignocelulósicos agrícolas identificados.

Resultados

Los resultados obtenidos de la presente investigación se presentan según las siguientes tablas y figuras.

Los residuos lignocelulósicos de los principales cultivos agrícolas del valle Virú son: brácteas de "alcachofa", peladilla de "espárrago", coronta de "maíz amarillo duro" y hojas y tallos de "pimiento". Su (%) y (kg/ha) y la biomasa total (kg/ha), se detallan en la tabla y figura 1 desde los años 2008 al 2013.

En la tabla y gráfico 2 se muestran los g/L de los azúcares reductores totales (ART) de los residuos lignocelulósicos de brácteas de "alcachofa", peladilla de "espárrago", coronta de "maíz amarillo duro" y hojas y tallos de "pimiento", además de la estimación de la producción de bioetanol (L/Tn).

La coronta de "maíz amarillo duro" tiene 9.93 (g/L) de ART y puede producir 289 (L/Tn) de bioetanol, en segundo lugar tenemos a los tallos y hojas de "pimiento" con 8.80 (g/L) de ART lo que produciría 256 (L/Tn) de bioetanol, seguido la peladilla de "espárrago" con 7.00 (g/L) de ART produciendo 204 (L/Tn) de bioetanol y por último, a las hojas y tallos de "alcachofa" con 3.00 (g/L) de ART, lográndose 87 (L/Tn) de bioetanol.

Así también, en la tabla 2 se observa la determinación del valor económico de los residuos lignocelulósicos agrícolas de la coronta de "maíz amarillo duro", peladilla de "espárrago", brácteas de "alcachofa" y hojas y tallos de "pimiento" a partir de la cantidad de azúcares reductores totales y su estimación de la producción de bioetanol, a partir del valor comercial de un litro de bioetanol S/. 4.35 según lista de precios REPSOL-YPF.

Discusión

El desarrollo de los biocombustibles o de la bioenergía en general, abre una oportunidad de fortalecimiento para el sector agrícola en países en vías de desarrollo como el Perú, en la medida que obedezca a un proceso de Planificación Estratégica y se tenga en cuenta el desarrollo sostenible (García, 2010). Siendo La Libertad el departamento considerado como uno de los principales productores agrícolas, y sabiendo que se eliminan grandes cantidades de residuos lignocelulósicos, según se muestra en la tabla y figura 1. La mayor cantidad de residuos lignocelulósicos agrícolas presenta el cultivo *Cynara scolymus* "alcachofa" con 41,988.88 Kg/ha de brácteas, seguido de *Capsicum annuum* "pimiento" 32,654.94 Kg/ha de hojas y tallos, luego *Asparagus officinalis* "espárrago" 26,926.33 Kg/ha de peladilla y por último, *Zea mays* "maíz amarillo duro" 8,607.77 Kg/ha de coronta. Pueden entonces, ser utilizados en la producción de alcohol, proteína unicelular, bioaromas,

biopolímeros, entre otros, por lo que, es necesario determinar un valor económico de importancia. Según el Reglamento para la comercialización de los biocombustibles D.S. N° 021-2007-EM, el porcentaje de mezclas de biocombustibles en el Perú, el gasohol debe tener un porcentaje de 7,8% de etanol y un 92,2% de gasolina con fecha obligatoria a partir del 1 de enero del 2010 (Ministerio de Energía y Minas, 2007). Es de urgente necesidad, conocer el material lignocelulósico a usar para la producción de bioetanol como biocombustibles, proponiendo a los residuos lignocelulósicos agrícolas de cada Departamento para el desarrollo económico y sostenible del mismo. Además, se debe tomar en cuenta el crecimiento exponencial del parque automotor en el Perú, lo que ocasionaría mayor demanda del recurso no renovable como el petróleo, base en la fabricación de gasolina por tanto, una alternativa factible es incrementar los porcentajes de bioetanol en las gasolinas, tal y como lo viene haciendo Brasil que en la actualidad el gasohol contiene 92% de alcohol y 8% de gasolina. Por otro lado, Cabrera *et al.* (2004), manifiestan, la necesidad de contar con

Tabla 1. Ejecución y perspectivas de la producción agrícola de los principales cultivos, los residuos lignocelulósicos y biomasa total del valle Virú-Perú: campañas 2008-2013.

	CULTIVOS																			
	ALCACHOFA					ESPÁRRAGO					MAÍZ AMARILLO DURO					PIMIENTO				
AÑOS	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013
SIEMBRAS (ha.)	229.00	738.00	1,094.50	839.00	465.50	33.00	55.00	1,173.00	1,288.00	612.00	4,711.00	5,645.00	5,563.50	7,104.00	6,605.00	1.00	2.00	2.00	234.00	79.00
COSECHAS (ha.)	229.00	744.50	1,088.00	853.00	451.50	7,397.00	6,635.00	7,488.00	7,208.00	7,149.00	4,780.00	5,874.00	5,475.50	7,248.00	6,566.00	1.00	2.00	2.00	234.00	79.00
RENDIMIENTO (Kg./ha.)	20,495.63	19,441.24	20,277.57	19,267.29	23,922.48	12,835.35	12,116.74	13,920.51	13,045.08	12,632.12	7,978.66	8,062.65	8,341.14	9,013.25	9,643.16	25,100.00	27,000.00	25,000.00	25,794.87	25,392.41
PRODUCCIÓN (t.)	4,693.50	14,474.00	22,062.00	16,435.00	10,801.00	94,943.05	80,394.60	104,236.75	94,028.93	90,307.00	38,138.00	47,360.00	45,671.90	65,328.00	63,317.00	25.10	54.00	50.00	6,036.00	2,006.00
PRECIO CHACRA (S/Kg.)	1.14	1.18	1.12	1.12	1.11	1.92	2.25	2.52	2.46	2.92	0.73	0.79	0.98	0.83	0.93	1.00	1.10	1.40	1.26	1.31
RESIDUOS (%)	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00
RESIDUOS (kg./ha.)	41,612.34	39,471.61	41,169.61	39,118.44	48,569.88	10,501.65	9,913.69	11,389.51	10,673.25	92,153.55	7,978.66	8,062.65	8,341.14	9,013.25	9,643.16	31,945.45	34,363.64	31,818.18	32,829.83	32,317.61
BIOMASA TOTAL (kg/ha)	62,107.97	58,912.85	61,447.18	58,385.73	72,492.36	23,337.00	22,030.43	25,310.02	23,718.33	104,785.67	15,957.32	16,125.30	54,013.04	18,026.50	19,286.32	57,045.45	61,363.64	56,818.18	58,624.70	57,710.02

Fuente: Ministerio de Agricultura La Libertad, 2014.

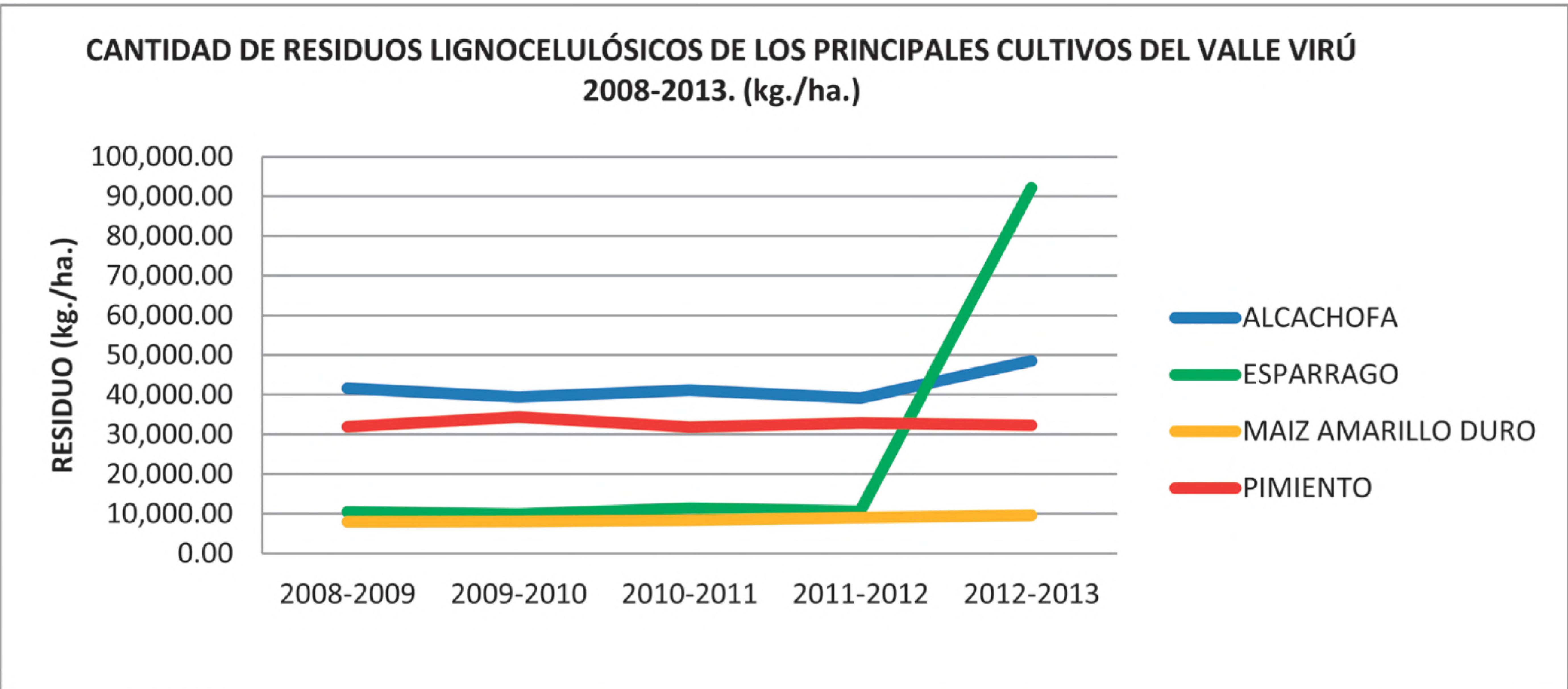


Fig. 1. Cantidad de residuos lignocelulósicos de los principales cultivos del valle Virú de las campañas 2008-2013.

combustibles ecológicos, con alto octanaje y grado de oxigenación hacen que sea necesario plantear seriamente estrategias de generación de bioenergéticos que permitan a nuestro país seguir desarrollándose y mantener la autonomía e independencia. Es por ello, importante generar tecnologías en la producción de biocombustibles, y el bioetanol producido mediante procesos biotecnológicos pueda ser usado como oxigenante o como combustible. Una de las alternativas para su producción, es el uso de material lignocelulósico que es una fuente barata y disponible. Los residuos

Tabla 2. Estimación de la producción de alcohol y su valor económico a partir de los azúcares reductores totales de los residuos lignocelulósicos agrícolas del valle Virú-Perú.

CULTIVO	RESIDUO	ART (g/L)	PRODUCCIÓN DE ALCOHOL (g/L)	PRODUCCIÓN DE ALCOHOL (L./Tn.)	VALOR ECONÓMICO (S/./L)
ALCACHOFA	brácteas	3	6.85	87	378.45
ESPÁRRAGO	peladilla	7	16	204	887.4
MAÍZ AMARILLO DURO	coronta	9.93	22.7	289	1257.15
PIMIENTO	hojas y tallos	8.8	20.11	256	1113.6

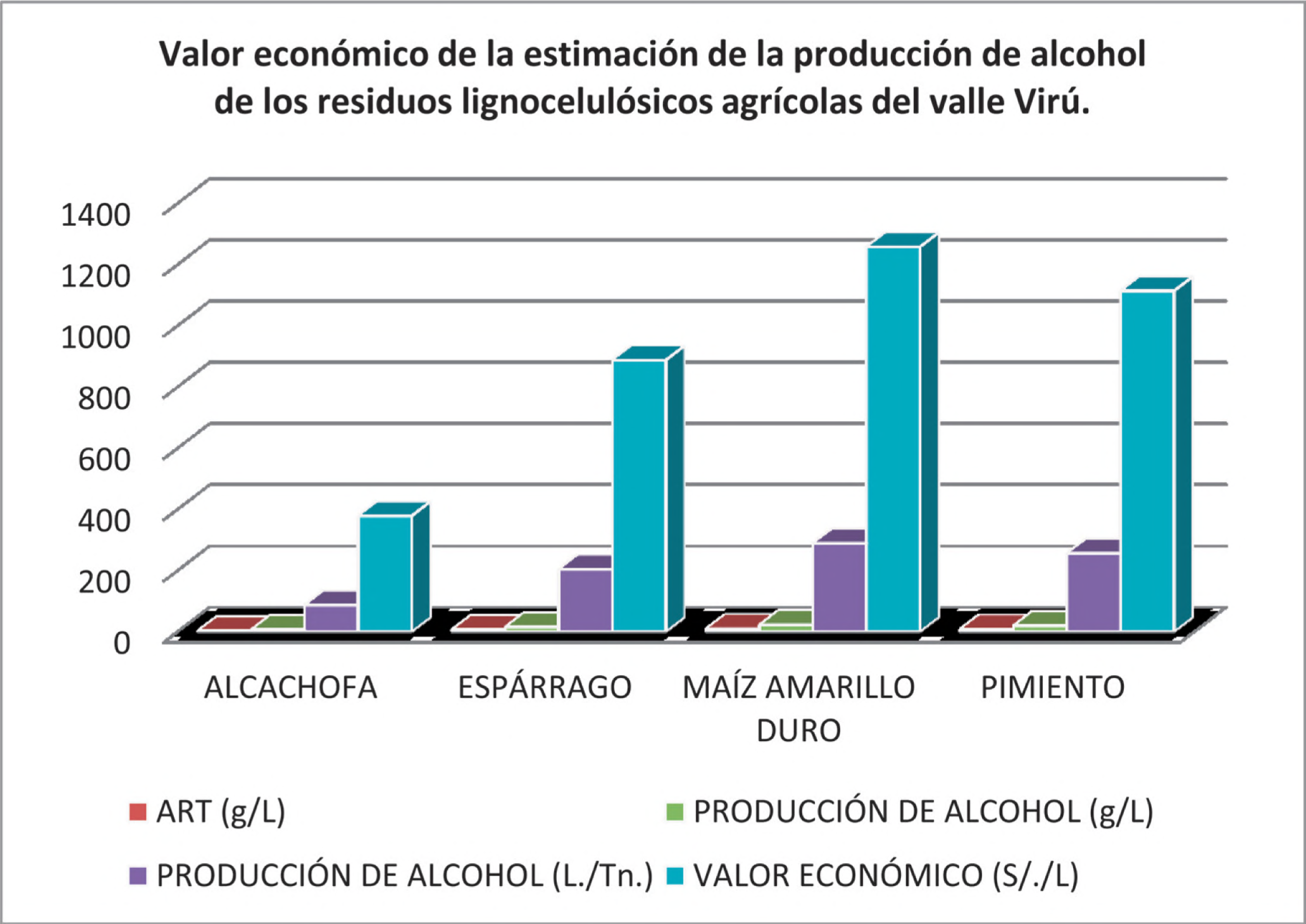


Fig. 2. Estimación de la producción de alcohol y su valor económico a partir de los azúcares reductores totales de los residuos lignocelulósicos agrícolas del valle Virú-Perú.

lignocelulósicos que se presentan en ésta investigación pueden ser utilizadas como biocombustibles, ya que presentan gran cantidad de azúcares reductores totales que son fermentables en alcohol, otorgándole así, un importante valor económico cuando es transformado a bioetanol, según resultados de la tabla y figura 2, porque se le asignan un costo barato y además solventa un problema de eliminación de residuos. Frente a la preocupación mundial por el calentamiento global, nuestra dependencia a los combustibles fósiles no renovables con precios sobre los 100 USD/barril y en aumento, urge la búsqueda de nuevas alternativas energéticas basadas en recursos renovables, como los desechos agrícolas, forestales, domésticos e industriales (Rojas & Cabanillas, 2008). En el Perú, utilizamos combustibles no renovables como el petróleo, para el abastecimiento energético, esas reservas se están agotando y con ello incrementa el costo, conforme aumenta dicho costo es necesario darle un valor económico a los desechos lignocelulósicos agrícolas más abundantes de la zona para la obtención de bioetanol como alcohol combustible (Gasohol), para así, lograr un desarrollo económico ambientalmente sostenible. En la investigación producción de alcohol de residuos lignocelulósicos de cáscara de "arroz" realizada por Rojas & Cabanillas (2008) se obtuvo un rendimiento de 25 litros de alcohol (etanol) de 96° G.L. a partir de 100.00 kg de cáscaras de "arroz", a un costo de producción en el año 1987 aproximado de cinco intis litro (I/ 5.00), competitiva a la materia prima tradicional melaza. Esta investigación sobre la producción de bioetanol de los principales residuos lignocelulósicos del valle Virú, confirma que la producción de bioetanol resulta rentable al igual que lo obtenido a partir de la cáscara de "arroz", tanto en su producción como en el precio. A partir de 100.00 kg de coronta de "maíz amarillo duro" se estima un rendimiento de 28,9 L de bioetanol, de 100.00 kg de hojas y tallos de "pimiento" 25,6 L, de 100.00 kg de peladilla de "espárrago" 20,4 L y de 100 kg de brácteas de "alcachofa" 8,7 L de bioetanol. Con un valor comercial aproximado de S/. 4,35 el litro de bioetanol (tabla y figura 2). Es importante destacar, que la cantidad de los azúcares reductores totales de cada uno de los residuos se encuentra directamente proporcional con la cantidad estimada de la producción de alcohol, es decir, a mayor cantidad de azúcares reductores totales que presente el residuo, mayor será la producción de alcohol que se obtendrá de estas (León *et al.* 2,011). Cabe resaltar también, que los de g/L de azúcares reductores totales ART se han extraído por el mismo método de hidrólisis con la finalidad de homogenizar los resultados (Bardales, 2009). El Perú ha comenzado una nueva era en la fabricación de biocombustibles así como el etanol, con la intención de reducir la dependencia externa del petróleo y alta contaminación que soporta el país con los actuales combustibles considerados como los más sucios de América Latina. El gobierno del Perú lanza una estrategia de promoción de biocombustibles. El Consejo Nacional de Ambiente lidera este programa de alcance nacional que pretende fomentar el cultivo, transformación y uso de los biocombustibles en sustitución de los derivados del petróleo. La aprobación de la ley de promoción y sendos informes técnicos posteriores son el trampolín para que esta estrategia hacia la sostenibilidad del sistema de transporte tome este cuerpo (Lozanoff *et al.* 2007). Con estas estrategias, se sustentará el valor económico de los residuos lignocelulósicos agrícolas porque a partir de estos materiales se producirá

bioetanol como sustituto del petróleo que genera alta contaminación ambiental, por el contrario, el uso del bioetanol como biocombustible es una tecnología limpia y le proporciona un valor agregado y además, no será considerado como desecho.

Conclusiones

• El valor económico de los principales residuos lignocelulósicos agrícolas tales como brácteas de "alcachofa", peladilla de "espárrago", coronta de "maíz amarillo duro" y hojas y tallos de "pimiento", aumenta a medida que se incrementa la cantidad de azúcares reductores totales.

• El residuo agrícola lignocelulósico que presentan mayor valor económico es la coronta de "maíz amarillo duro" con S/. 1257.15 por tonelada de residuo que presenta 9.93 g/L de azúcares reductores totales con una estimación de la producción de bioetanol de 289 L/Tn, seguido de hojas y tallos de "pimiento" con S/. 1113.6 por tonelada de residuo que presenta 8.8 g/L de azúcares reductores totales con una estimación en la producción de bioetanol de 256 L/Tn, luego la peladilla de "espárrago" con S/. 887.4 por tonelada de residuo que presenta 7 g/L de azúcares reductores totales con una estimación en la producción de bioetanol de 204 L/Tn, por último, brácteas de "alcachofa" con S/. 378.45 por tonelada de residuo que presenta 3 g/L de azúcares reductores totales con una estimación en la producción de bioetanol de 87 L/Tn.

• El valor económico de los residuos lignocelulósicos agrícolas de los principales cultivos del valle Virú del departamento La Libertad-Perú, aumenta a medida en que estos son transformados en productos bioenergéticos como el bioetanol.

Literatura citada

Avella, O. 2009. Etanol Celulósico a partir de Residuos Agrícolas. Universidad De La Salle. Lima. Perú.

Bardales, C. 2009. Producción de Bioetanol del desecho lignocelulósico de la peladilla de *Asparagus officinalis* por *Candida utilis* var. *major* CETC 1430. Tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Biológicas. Escuela Postgrado de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú.

Cabrera, S.; E. Aranda; A. Martínez; A. Gómez & R. Quintero. 2004. Biocombustibles a partir de Residuos Lignocelulósicos, Estudios Económico del Caso: Bagazo de la Caña en México. Centro de Investigación en Biotecnología-UAMEM. Instituto de Biotecnología-UNAM. Instituto Mexicano del Petróleo. México.

García, H. 2010. El Panorama de la Bioenergía y la Seguridad Alimentaria en Perú. Capítulo 2. Perú.

Landry, R. 1998. «L´analyse de contenu» En: Recherche sociale. De la problématique à la collecte des données. Sillery, Presses de l'Université du Québec. p. 329-356.

León, C.; P. Florián; J. Mostacero; C. Bardales; E. Martin; L. Rodríguez & F. Villanueva. 2011. Extracción de Azúcares Reductores Totales "ART" de la coronta de *Zea Mays* "maíz amarillo duro". Revista Scientia 3(2). Universidad César Vallejo. Trujillo. Perú.

Lozanoff, J.; S. Heinichen; G. Marchi & E. Risso. 2007. Revisión de tecnología para la producción de bioenergía en países emergentes. Observatorio de políticas públicas. Coordinación General del cuerpo de Administradores Gubernamentales. Jefatura de Gabinete de Ministros.

Ministerio de Energía y Minas. 2007. Situación actual y Perspectivas de los Biocombustibles en el Perú. Perú.

Monroe, B. 1999. Política de precios. Para hacer más rentables las decisiones. Ed. McGraw-Hill. Madrid. España.

Pearce, D.; A. Markandya & E. Barbier. 1989. Blueprint for a green economy. Earthscan Pub. London.

Pearce, D. & R. Turner. 1995. Economía de los recursos naturales y del medio ambiente, Colegio de Economistas de Madrid y Celeste Ediciones. Madrid.

Pérez, J. 2011. Valoración económica del agua. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT). Universidad de los Andes Mérida-Venezuela. Venezuela.

Región La Libertad & Banco Central de Reserva del Perú. 2013. Encuentro Económico. Informe Económico y Social. Trujillo-Perú.

Rojas, R. & J. Cabanillas. 2008. Producción de alcohol de residuos lignocelulósicos de cáscara de "arroz" (*Oriza sativa*). Revista Virtual REDESMA. Piura-Perú.

Saval, S. 2012. Biotecnología. Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro. Instituto de Ingeniería. UNAM. Ciudad Universitaria. Vol. 16. N° 2. México.

Arnaldoa 22 (1): 243 - 268, 2015 ISSN: 1815-8242

Línea base para el monitoreo de la vegetación en la Reserva Comunal El Sira (RCS)

Baseline for screening the vegetation of El Sira Comunal Reserve

Luis Valenzuela Gamarra, Rodolfo Vásquez Martínez, Rocío Rojas Gonzáles & María Isabel Villalba Valdivia
Jardín Botánico de Missouri (JBM)
luis_gin@yahoo.es/ neotaxon@yahoo.com/ gesneria@yahoo.com/ i.villalba.v@gmail.com

Oliver Phillips, Gabriela López González & Victor Chama Moscoso
Universidad de Leeds, Reino Unido
o.philips@leeds.ac.uk/ g.lopez-gonzalez@leeds.ac.uk/ vicchama@yahoo.com

Abel Monteagudo Mendoza, Danitza Bellota Ttito, Yuri Huillca Aedo & Nadir Carolina Pallqui Camacho
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC)
monteagudomendoza@yahoo.com/danet_41@hotmail.com/yurito1@hotmail.com/nadircarolina@hotmail.com

Resumen

Registramos a 729 especies agrupadas en 120 familias con 398 géneros entre árboles, lianas, arbustos, hierbas, hemiepífitos y epífitos. Caracterizamos la vegetación del área en cinco tipos de bosque: Llanura amazónica, Transicional pre-Montano, pre-Montano, Nublado o Montano alto y el Esclerófilo; sobre ellos establecimos, 6 parcelas permanentes con la finalidad de implementar un sistema de monitoreo de la dinámica de los bosques. El mayor contenido de biomasa aérea se halla sobre el bosque transicional pre-Montano con 264 T/ha. La vegetación sobre el llano amazónico aparentemente presenta una dinámica más estable, donde las tasas de reclutamiento y mortalidad fluctúan entre los 2.4 y 2%. La mayor diversidad vegetal ocurre sobre los bosques de Llanura amazónica. El mayor área basal ocupado por los individuos de la parcela III, con 31.7 m², un área menor es ocupado por los árboles de la parcela IV con sólo 3 m². La estructura horizontal, está dado mayormente por árboles cuyos diámetros fluctúan entre los 10 y 30 cm de diámetro, en las parcelas I, II, III, y V. En cambio la parcela IV, sigue el mismo patrón de distribución, pero el mayor número de individuos se encuentran agrupados entre 5 a 15 cm de diámetro. La estructura vertical esta dada por árboles de 5 a 10 m de alto, que forman el sotobosque, seguido de aquellos que tienen alturas >10-15 m, que forman el dosel y el grupo de los árboles emergentes conformados por individuos cuyas alturas fluctúan entre los 15 y 25 m de alto.

Palabras clave: Reserva Comunal el Sira, parcelas permanentes, diversidad, área basal, biomasa.

Abstract

We recorded 729 species grouped in 120 families with 398 genera among trees, vines, shrubs, herbs, hemiepiphytes and epiphytes. We characterize the vegetation of the area in five forest types: Amazonian Plain, Transitional pre-Montane, pre-Montane, Cloudy or higher Montane and Sclerophyllous; on them established, 6 permanent plots in order to implement a system of monitoring forest dynamics. The higher content of biomass is on the pre-Montane transitional forest with 264 T/ha. The vegetation on the Amazonian lowlands apparently has a more stable dynamics, where recruitment and mortality rates ranging between 2.4 and 2%. The largest diversity occurs on Amazonian forests Plain. The greatest basal area occupied by individuals of the plot III, with 31.7 m², a smaller area is occupied by the trees in the plot IV with only 3 m². The horizontal structure is given mostly by trees with diameters ranging between 10 and 30 cm in diameter in the plots I, II, III, and V. Instead IV plot follows the same pattern of distribution, but the greater number individuals are clustered between 5 to15 cm in diameter. The vertical structure is given by trees 5-10 m tall, forming the undergrowth, followed by those with heights >10 to 15 m, which form the canopy and emergent trees group comprised of individuals whose heights range from 15 and 25 m high.

Keywords: Communal Reserve Sira, permanent plots, diversity, basal area, biomass.

Introducción

Los Bosques Tropicales de la Amazonía constituyen uno de los más importantes ecosistemas de la tierra y son quienes almacenan alrededor de la quinta parte del carbono que existe en la superficie terrestre; anualmente procesan casi tres veces tanto carbono a través de la fotosíntesis, como la respiración humana lanza a la atmósfera por medio de la combustión del material fósil y otros (Malhi *et al.*, 1999).

En los últimos 50 años nuestro planeta ha venido sufriendo un incremento en su temperatura en casi 1.5 °C (Malhi & Philips, 2014), provocado principalmente por la acumulación del CO2 y otros gases invernadero en la atmósfera terrestre. Las emisiones de gases de las grandes industrias, el crecimiento ilimitado del parque automotor, los gigantescos procesos de deforestación para la extracción de madera y ampliación de tierras de

cultivo con la quema incansable de los bosques han coadyuvado a este proceso. Como consecuencia, cambios notables y perceptibles en el clima se han podido observar; tales condiciones pondrían en riesgo la existencia de muchas especies de plantas, por ser las más sensibles y con ellas a los demás seres vivos.

En el año 2001 el estado peruano estableció la Reserva Comunal El SIRA – RCS con 616 473,41 ha entre las regiones de Ucayali, Pasco y Huánuco, para conservar la diversidad biológica especial presente en el área. El Sira, es una cordillera aislada, única en su género, es una cadena montañosa muy escarpada hasta 2500 m de alto, cubierta por un bosque tropical, rodeada por los ríos Ucayali, Tambo, Pachitea y Pichis en la Selva Central del Perú, que da lugar a la presencia de especies biológicas tan diferentes y quizás endémicas no presentes en otras partes del mundo. De otro lado, la RCS, es parte de la Reserva de Biósfera Oxapampa-Ashaninka-Yanesha (RBOAY); una de las 4 reservas de biósfera del Perú.

La RCS en la actualidad es conocida principalmente por el mundo científico debido a su aislamiento geográfico y su gradiente altitudinal comprendida entre los 180 m hasta los 2500 m. Hecho que sirvió a muchos investigadores como Terborgh y Weske en 1975 para poder entender la complejidad ecológica presente, quienes además identificaron los principales tipos de vegetación en cuatro tipos de bosque de acuerdo a la gradiente y cambios notorios en la composición florística, estos fueron: bosques de llanura (200 – 300 m), bosques montanos (750 – 1050 m), bosques de nubes (1050 – 1800) y bosques achaparrados (>1800 m).

Estudios recientes sobre el análisis espacial de las amenazas a la Amazonía realizados por Malhi *et al.*, 2009, Zelazowski *et al.*, 2011, Feeley *et al.,* 2012, han puesto en relieve y asignan el riesgo relativo de las diferentes regiones de la Amazonía al cambio climático, y las comparan con la amenaza de la deforestación. Esto permite la identificación de las zonas vulnerables y la priorización en la planificación de la conservación para facilitar la migración y dispersión de especies vulnerables a regiones más húmedas y frías. Estos estudios también han destacado la importancia de las regiones montañosas como los Andes, como un refugio potencial en un mundo que se calienta. Estas razones, son más que suficientes para considerar que las parcelas permanentes a través de gradientes en los andes como las que se tienen en el Parque Nacional del Manu, Yanachaga Chemillén y ahora en la Reserva Comunal El Sira; vienen a constituir laboratorios naturales para estudiar la adaptabilidad al cambio climático.

De otro lado, la urgencia de documentar y monitorear la biodiversidad en la RCS, es cada vez más imperativa, porque junto al Parque Nacional Yanachaga Chemillén, el Parque Nacional del Manu y El Bosque de Protección Alto Mayo, fue seleccionada como una de las 4 ANPs del Perú, con recurso irremplazable del mundo para la conservación de "multitaxa" (anfibios, aves y mamíferos); otras 134 áreas estarían en similar condición en el mundo (Le Saout *et al.*, 2013).

El estudio y la conservación de la biodiversidad de los bosques tropicales del Perú, tiene como propósito principal, establecer una línea base para un sistema de monitoreo del impacto producido por el cambio climático sobre la biodiversidad que se encuentran principalmente protegidas en la Reserva Comunal El Sira, para de ésta manera elaborar planes o estrategias

nacionales y globales de mitigación y/o adaptación a dicho proceso; por lo que, es indispensable el establecimiento de parcelas permanentes de monitoreo a través de gradientes altitudinales y estudios asociados a los flujos del carbono, para poder entender y predecir cómo los diferentes tipos de bosques, pueden responder a un cambio climático, los patrones espaciales y temporales de la composición florística, la dinámica, la cantidad de biomasa en relación con el clima y el suelo principalmente.

Es importante mencionar que realizar trabajos de investigación en estos ambientes representa grandes retos, por la lejanía, la inaccesibilidad y por su alta biodiversidad. Hemos instalado una serie de parcelas permanentes en la gradiente altitudinal, pero aún son muy pocas. En el presente trabajo, los autores reportan los resultados preliminares sobre la diversidad florística, la biomasa y la dinámica de estos bosques desde el año 2010. Sin embargo, es importante replicar mucho mejor el muestreo. Esperamos que, con más inversión, en el futuro sea posible instalar más parcelas, que nos permitan realizar mayor trabajo científico con resultados aptos, para enfrentar los retos de este ambiente complejo y único.

Objetivos

- Contribuir a la caracterización de los bosques, sobre los principales pisos ecológicos de la Reserva Comunal El Sira y en el Área de Conservación Privada Panguana.

- Determinar la diversidad, composición florística y estructura de los diferentes tipos de bosques presentes en el área de estudio.

- Establecer parcelas permanentes para el monitoreo de los cambios de vegetación en el tiempo (dinámica del bosque), incluyendo el monitoreo de la biomasa frente al cambio climático en los distintos tipos de bosques de la RCS y el ACP-Panguana.

- Determinar el contenido de biomasa aérea (carbono), presente en cada parcela permanente para proponer posibles estrategias sostenibles de conservación.

Material y métodos

Metodología

Los procesos de caracterización de los bosques y el establecimiento de las parcelas, fueron llevadas a cabo el 2010, las colecciones botánicas y la identificación de especies durante los años 2011 al 2012, el análisis e interpretación de los datos el año 2013, finalmente la primera remedición se realizó el 2014, cuyos datos aún vienen siendo procesados.

Área de estudio

El trabajo de investigación, se realizó en la Reserva Comunal El Sira y su zona de amortiguamiento, principalmente sobre las cabeceras del río Llullapichis y río Negro, incluyendo el Área de Conservación Privada de Panguana; el área de estudio se encuentra ubicada políticamente en el distrito de Llullapichis, provincia de Puerto Inca, región de Huánuco (ver Fig. 1). Las parcelas permanentes fueron establecidas en los diferentes puntos recomendados, de acuerdo a la gradiente altitudinal y al tipo de bosque. La topografía que se aprecia en la zona es bastante irregular, aunque se inicia con un terreno ligeramente plano correspondiente a un bosque de llanura amazónica, éste va adquiriendo pendientes muchos más pronunciadas y colinas altas; así como formaciones de pequeñas mesetas de acuerdo a la altitud, mostrando un bosque con una vegetación propia para cada nivel altitudinal alcanzado; el terreno se hace más accidentado hacia las

partes más altas, con quebradas profundas y montañas rocosas, lo que propicia las condiciones para la presencia de otro tipo de vegetación, por ejemplo, un bosque nublado, con una vegetación de raíces adventicias, torcidas, ampliamente desarrolladas para poder prenderse y sujetarse hacia las rocas; finalmente hacia las partes mucho más altas por encima de los 1800 m podemos encontrar a los bosques esclerófilos (achaparrados o enanos), donde la temperatura y principalmente la radiación solar juegan papeles importantes en estas formaciones vegetales.

Métodos

Caracterización de la vegetación y establecimiento de las parcelas

Los bosques de la cordillera de la RCS y del ACP-Panguana, fueron caracterizados en base a la gradiente altitudinal, desde los 250 a 2250 m, sobre una cadena montañosa aislada. La presencia de especies vegetales propias para cada piso, fueron las indicadoras para sugerir la presencia de cinco tipos de bosque, sobre las cuales se han realizado colecciones botánicas en forma indistinta y al azar, considerando sólo aquellas especies que se encontraban al estado fértil (con flores y/o frutos).

Por otro lado, se establecieron 4 parcelas permanentes de vegetación en la RCS y 02 en el ACP Panguana, tomando en cuenta el protocolo sugerido y recomendado por RAINFOR (www.rainfor.org/projects/rainfor/pages/manuals_eng.html); donde la metodología sugiere el establecimiento de una parcela, ubicada aleatoriamente sobre un área de 100 m x 100 m = 1 ha, cuyo punto de inicio es elegido al azar y colocándola en una dirección igualmente aleatoria > a 20 metros (fuera del alcance de la vista) del punto de inicio original potencialmente "sesgado". Se estableció una parcela en cada piso altitudinal del bosque, según la caracterización propuesta, con los árboles, palmeras, lianas, hemiepífitos plaqueados y medidos a 1.30 m desde el suelo con un DAP (diámetro a la altura del pecho ≥ 10 cm). Sólo en la parcela del bosque esclerófilo, se midieron árboles ≥ 5 cm. Todos los individuos censados fueron colectados para su debida identificación botánica, siguiendo el protocolo de colecciones botánicas propuesta por el Jardín Botánico de Missouri (www.jbmperu.org/hoxa/cbotanica.pdf).

Para la caracterización de los bosques y para el establecimiento de las parcelas se establecieron campamentos base, los cuales fueron definidos en base a ciertas condiciones principalmente la presencia de agua, accesibilidad y condiciones de terreno, podemos mencionar entre ellos: el *campamento Limonal* a 281 m de altura (casa de Abel), *campamento hospital* a 793 m de altitud, *campamento peligroso*1519 m y finalmente, para la quinta parcela permanente se accedió al área de Conservación Privada Panguana (250 m), que se encuentra a 1 hora de recorrido desde la localidad de Llullapichis (ver Fig. 1).

Riqueza, composición florística, biomasa aérea y carbono.

Para determinar la diversidad de árboles presentes en cada tipo de bosque usamos los índices de Shannon y Simpson, cuyos valores fueron determinados mediante el software PAST (Análisis Multivariado) PAlaeontologycal STatistics. Por otro lado, para hallar los valores de Biomasa aérea, se utilizó la fórmula de Chave *et al.* (2014), que aplica valores de densidad por especie, altura y los diámetros registrados en el campo durante los procesos de medición y remedición (2010-2014). Asimismo, el contenido de carbono almacenado en la

biomasa fue calculado mediante la ecuación propuesta por Brown & Lugo (1992).

Estructura.

Se realizó un diagnóstico de la estructura del bosque tanto horizontal como vertical, que son datos importantes para el análisis estático; donde fue necesario realizar una distribución de los individuos de acuerdo a la clase diamétrica (estructura horizontal) en el que se definieron 10 clases, considerando para ello individuos ≥ 10 cm de diámetro (parcelas I,II,III y V); y ≥ 5 cm de diámetro sólo para la parcela IV; de igual manera determinamos la estructura vertical donde agrupamos a los individuos en base a una distribución de 7 clases altimétricas ≥ 2 m de alto. Finalmente, también hallamos el área basal para determinar cuál es el espacio que ocupan los individuos censados en cada una de las parcelas de vegetación establecidas.

Similaridad.

Sometimos los datos a un análisis multivariado, a partir del cual se elaboró un Cluster Analysis mediante el índice de similaridad Euclidiano; la misma que agrupa y analiza los datos en forma cuantitativa para ver gráficamente el agrupamiento de las parcelas más similares en base a las especies y al número de individuos presentes.

Ordenamiento.

Los análisis de ordenamiento, también fueron importantes para poder determinar la distribución de las especies e individuos, considerando ciertas condiciones ambientales, principalmente la altitud y el tipo de suelo, donde se observa el agrupamiento entre las parcelas más similares de acuerdo a su composición florística, la misma que aporta las variables para la definición de componentes principales; para ello, los datos fueron sometidos a un análisis estadístico multivariado denominado Correspondence Analysis (CA) y el Principal Components Analysis (PCA).

Resultados

Riqueza y composición florística

Registramos 729 especies agrupadas en 120 familias con 398 géneros entre árboles, lianas, arbustos, hierbas, hemiepífitos y epífitos. Estos provienen de las colecciones y registros botánicos reportados por diferentes investigadores botánicos como: T. R. Dudley & F. Wolfe en el año de 1969, científicos austriacos en 1988, James Graham y colaboradores en el 2003, asimismo se incluyen las visitas realizadas a la cordillera del Sira por la Coperación Alemana (GIZ), Jardín Botánico de Missouri (JBM) y por la Red de Inventarios Foretales (RAINFOR), en el 2010, 2011 y recientemente en el 2014. Las familias Orchidaceae, Rubiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Melastomataceae y Arecaceae fueron las más abundantes con 54, 47, 43, 43, 43 y 24 especies respectivamente (ver Fig. 3).

Tenemos registros importantes como a: *Roucheria sp.* (Linaceae)), árbol hasta 10 m tronco rojizo muy duro, con ritidoma en placas, que se desprende constantemente para confundirse con el colchón de raíces y la hojarasca, que cubre el suelo, ésta especie habita sólo las cimas (cuchillas) de la montaña de la Reserva Comunal El Sira desde los 1100 a 1500 m de altitud, sobre los bosques montanos y nublados, los frutos aparentemente, no tienen una forma definida (ver Fig. 2A), carácter que lo hace diferente a las demás especies del género, lo que podría indicarnos, que se trate de una especie nueva para la ciencia. También tenemos a una palmera *Welfia alfredii* Henderson & Villalba, especie recientemente descrita, con

distribución restringida a la Selva Central entre los bosques montanos y los bosques nublados de la cordillera (1100 – 2000 m), de igual manera, un registro nuevo para el Perú *Euterpe catinga* var. *roraimae* (Dammer) A. J. Hend. & Galeano, palmera propia de los bosques montanos (1300-1500 m), registrada solamente para Ecuador y Venezuela. Sobre los bosques esclerófilos, hallamos a *Burmannia kalbreyeri* Oliv., planta epífita, colgante de 20-30 cm similar a una orquídea, que fue reportada sólo para las regiones de Cajamarca y Amazonas en el norte del Perú. Finalmente, hacemos notar la presencia de *Prosopanche americana* (R. Br.) Baill., planta holoparásita de la familia Hydnoraceae, recientemente registrada para el Perú, en el Parque Nacional Yanachaga Chemillén (2009), Reserva Comunal El Sira (2010) y en el Parque Nacional Otishi (2013). (ver Fig. 2, algunos ejemplos de la diversidad florística de la RCS).

Asimismo, de las especies reportadas, 45 son endémicas para el Perú, de los cuales 11 ocurren en el SIRA. Por otro lado, tomando en cuenta los aspectos fisiográficos, edafológicos e incluso las conexiones biogeográficas asumimos que la RCS debe poseer un aproximado de 6000 especies de plantas, indicando que el presente estudio representa solo un paso inicial al objetivo último de conocer la biodiversidad de esta región.

Caracterización de la vegetación y parcelas permanentes.

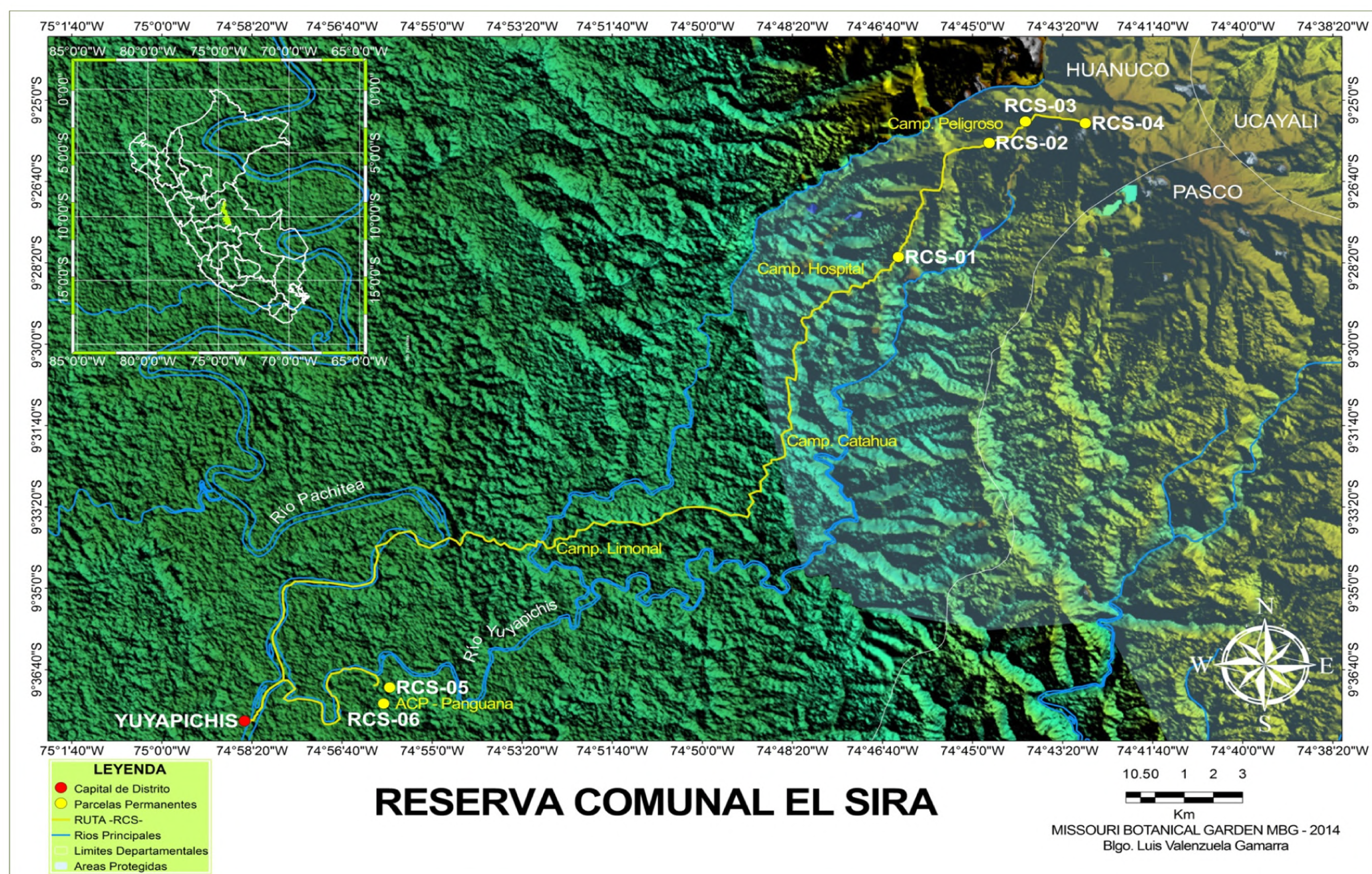


Fig.1. Ubicación de las parcelas permanentes de vegetación en la RCS y en el Área de Conservación Panguana



Fig.2. Principales especies de la Reserva Comunal El Sira (RCS) y el área de Conservación Panguana (ACP).

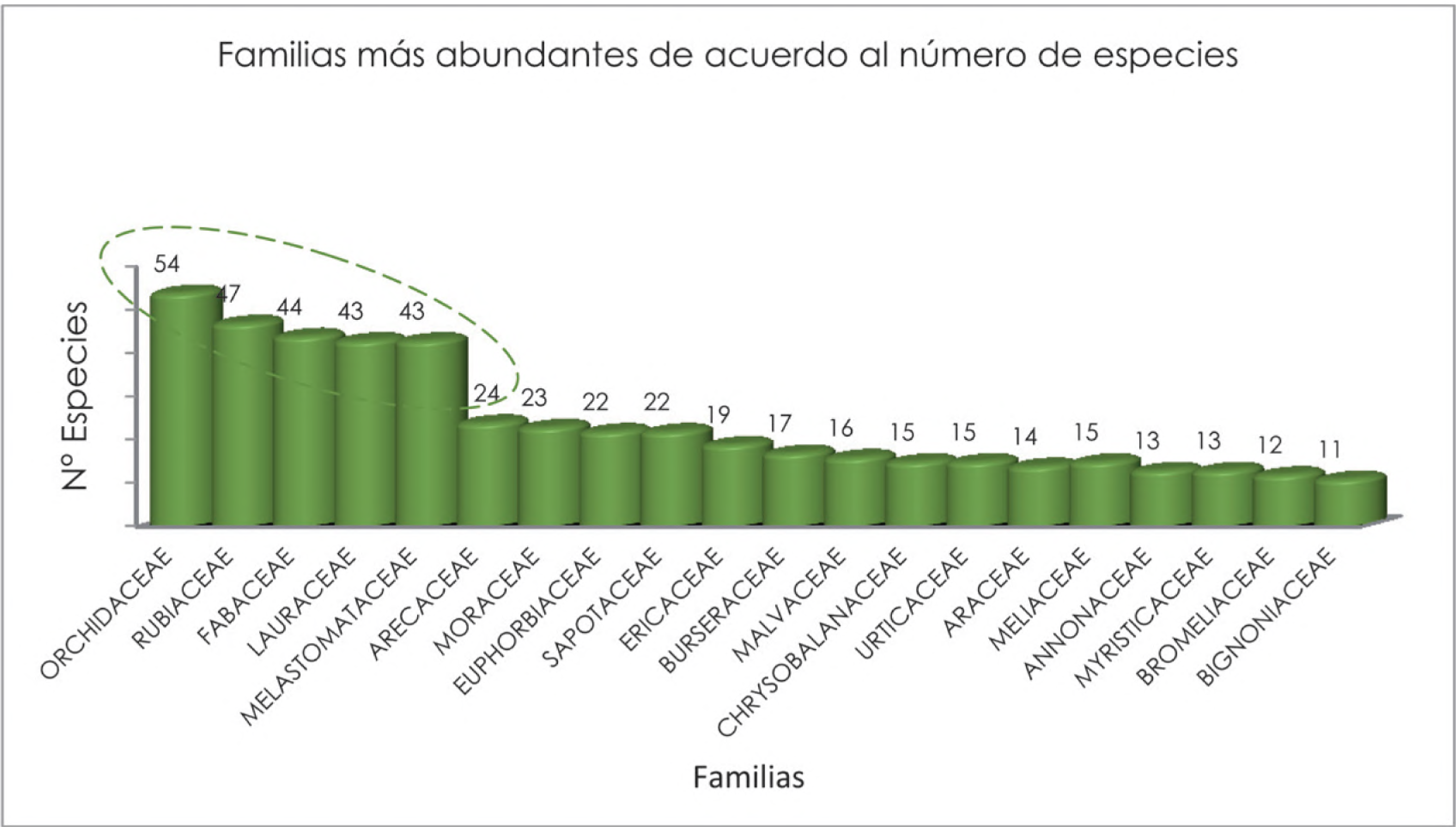


Fig. 3. Familias más abundantes de acuerdo al número de especies

Se realizó la caracterización de la vegetación en ésta parte de la RCS, incluyendo las cabeceras del río Llullapichis a través de observaciones generales e identificaciones taxonómicas de las especies vegetales colectadas, propias para cada gradiente altitudinal, donde la vegetación básicamente se encuentra estructurada por los siguientes tipos de bosque (ver Fig. 4):

1. Bosque de Llanura amazónica (170 - 650 m).

Se pueden diferenciar claramente algunos tipos de vegetación natural, como bosques ribereños, orillas de ríos meándricos, terrazas aluviales altas y bajas de tierra firme, colinas bajas y algunas medianamente disectadas, éstas últimas hacia las partes más altas; las mismas que

contribuyen a la presencia de especies vegetales; con árboles que tienen fustes mayores a los 2 m de DAP y alturas que fácilmente sobrepasan los 40 m; predominan especies como *Astrocaryum murumuru* “huicungo”, *Iriartea deltoidea* “pona”, *Oenocarpus mapora, Oenocarpus bataua* “ungurahui” *Phytelephas macrocarpa* “marfil vegetal”, *Socratea exorrhiza* “cashapona” (Arecaceae), *Maytenus ebenifolia* “chuchuhuasa” (Celastraceae), *Licania sp.* (Chrysobalanaceae), *Hevea brasiliensis* “caucho, shiringa” (Euphorbiaceae), *Apeiba aspera, Apeiba membranacea* “peine de mono”, *Ceiba samauma, Ceiba pentandra* “lupuna” *Chorisia sp.* “huimba”, *Matisia cordata, Matisia sp.* “sapotillo”, *Quararibea witii, Sterculia frondosa, Theobroma cacao* “cacao”, *Theobroma speciosum* (Malvaceae), *Clarisia racemosa, Maquira coriacea, Pseudolmedia laevigata, Pseudolmedia laevis* (Moraceae), *Iryanthera juruensis, Iryanthera laevis, Otoba parvifolia, Virola calophylla,* (Myristicaceae), *Minquartia guianensis* (Olacaceae), por otro lado también podemos hallar a otros árboles de importancia como *Aspidosperma parvifolium* “quillobordón” (Apocynaceae), *Dipteryx alata, Myroxylon balsamum, Ormosia amazonica, Parkia igneiflora* llamados “shihuahuaco”, “estoraque”, “huayruro” y “pashaco” de la familia (Fabaceae), *Zanthoxylum ekmanii* conocido como “hualaja” (Rutaceae), *Cecropia sciadophylla* “tacona” (Urticaceae). Finalmente, se pueden ver varias lianas, siendo las más frecuentes *Machaerium sp., Acacia sp., Dioclea ucayalina, Bahuinia sp.* (Fabaceae), asimismo individuos de la familia Menispermaceae del género *Abuta* “parapara”, *Tynanthus panurensis* (Bignoniaceae) llamado “clavohuasca”. Sobre este bosque se establecieron las parcelas V y VI, en el ACP – Panguana, que se encuentra a 1 hora de la localidad de Llullapichis.

2. Bosque Transicional pre-Montano (650-1100 m).

Aquí se manifiesta una serie de cambios de la composición florística, donde la presencia de las quebradas y farallones cumplen un rol muy importante para albergar plantas especialistas en suelos y climas. Por otro lado se pueden apreciar muchas colinas y quebradas que por las lluvias constantes a consecuencia del cambio climático han producido erosión natural del suelo, manifestada por derrumbes. Resulta muy difícil caracterizar este bosque sobre la base de un grupo de especies, porque no hay una forma típica de composición y estructura, entre las eespecies de árboles más representativos citamos a las siguientes: *Xylopia acuminata, Xylopia sp.* (Annonaceae), *Wettinia maynensis, Chamaedorea sp., Geonoma sp., Geonoma undata, Iriartella stenocarpa* (Arecaceae), *Tetragastris altissima, Protium amazonicum* “copal” (Burseraceae) *Cardulovica palmata* “bombonaje” (Cyclanthaceae), *Tachigali sp., Cedrelinga cateniformis* “tornillo” (Fabaceae), *Eschweilera coriacea* “machimango”, (Lecythidaceae), *Sapium glandulosum* (Euphorbiaceae), *Cedrela angustifolia* “cedro de altura” (Meliaceae), *Otoba glycycarpa, Virola sp.* (Myristicaceae), *Pouteria sp.* “caimitillo” (Sapotaceae), se ven algunos individuos de *Tachia occidentalis* (Gentianaceae), *Olyra latifolia* (Poaceae). Los árboles presentan fustes entre 40 a 60 cm de diámetro y con alturas que promedian los 18 – 22 m. Sobre éste bosque, se estableció la parcela I dentro de la Reserva Comunal El Sira. Es importante señalar, que se encontraron individuos de *Cedrelinga cateniformis* (Fabaceae) conocido como “tornillo”, de hasta 35 m de altura, que no ingresaron en la parcela.

3. Bosque pre-Montano (1100-1500 m).

Caracterizado por la presencia de rodales de *Roucheria* sp**.** (Linaceae), con los tallos muy retorcidos, las hojas elípticas, alternas y opuestas, con venación secundaria muy fina inconspícua, perpendicular a la vena media. La vegetación está constituida por árboles pequeños que forman el sotobosque, principalmente *Dendrobangia boliviana* (Cardiopteridaceae), *Tovomita weddelliana* (Clusiaceae) *Inga thibaudiana* (Fabaceae), *Neea divaricata* (Nyctaginaceae) y árboles que forman el dosel de 15 a 20 m de altura, entre ellos *Anthodiscus amazonicus* (Caryocaraceae), *Licania heteromorpha, Couepia obovata* (Chrysobalanaceae) *Nectandra cuspidata* (Lauraceae), *Iryanthera paraensis* (Myristicaceae), a ello acompañan otras especies como: *Chusquea sp.* (Poaceae) "carrizo de tallo recto", *Cyclanthus bifidus* (Cyclanthaceae), *Guzmania sp* (Bromeliaceae) "piña", palmeras como *Euterpe catinga* var. *roraimae, Socratea salazarii, Welffia alfredii, Wettinia maynensis* (Arecaceae), *Symphonia globulifera* (Clusiaceae), la presencia de los "matapalos", es bastante común en el bosque representados por *Ficus sp.* (Moraceae), *Coussapoa sp.* (Urticaceae), *Clusia sp.* (Clusiaceae), finalmente, también notamos la presencia de orquídeas como *Ida* sp., *Anguloa* sp., *Dichaea* sp., entre otras. Aquí se encuentra la parcela II, a 40 minutos desde el campamento "peligroso".

4. Bosque Nublado o bosque Montano alto (1500 – 1850 m).

En éste lugar ubicamos la parcela III, a 20 minutos de recorrido desde el campamento "peligroso". Es común la presencia de neblinas acompañadas de lloviznas frecuentes durante las tardes o por las noches cuando la temperatura desciende abruptamente, se caracteriza por estar situado en laderas fuertemente inclinadas. La estructura es compleja, el dosel puede variar desde los 14 a 22 m de alto. Árboles como *Hedyosmum racemosum* (Chloranthaceae), *Inga stipularis, Zygia coccinea* (Fabaceae), ésta última especie, con los troncos retorcidos, propias del sotobosque, *Hyptidendron arboreum* (Lamiaceae) árboles de gran altura con fustes rectos *Nectandra reticulata, Ocotea balanocarpa* (Lauraceae), *Heliocarpus americanus* (Malvaceae), *Guarea kunthiana, Cedrela* sp. (Meliaceae), *Cecropia angustifolia* (Urticaceae). También se pudo observar algunos individuos de *Elaeagia karstenii Bathysa* sp. (Rubiaceae), *Ficus trigona* "matapalo" (Moraceae), los helechos arbóreos como: *Cnemidaria alatissima, Cyathea fulva, Dicksonia sellowiana* y helechos herbáceos como *Elaphoglossum* sp., *Polypodium* y *Trichomanes* sp., caracterizan el bosque, aparecen también plantas de *Podocarpus oleifolius* (Podocarpaceae), *Weinmannia* sp. (Cunoniaceae), *Mollinedia lanceolata* (Monimiaceae), *Byrsonima poeppigiana* (Malpighiaceae) y *Phyllonoma ruscifolia* (Phyllonomaceae). Palmeras como *Socratea salazarii, Dictyocaryum lamarckianum, Welfia alfredii* y *Ceroxylon* sp. (Arecaceae); por otro lado, se nota la presencia de plantas epífitas; entre ellas orquídeas como: *Dichaea, Camaridium, Elleanthus, Maxillaria, Ornithidium, Scaphyglottis, Sobralia, Ida, Gongora, Scaphosepalum* y *Chaubardia, Araceae* de los géneros *Philodendron, Anthurium,* una especie de Poaceae colonial (Chusquea aspera), que llega hasta los 4 – 6 m de altura. Finalmente, las bromelias también son una parte importante de éstos bosques, donde las más comunes son *Guzmania claviformis, Pitcairnia wolfei* y *Vriesea* sp.

5. Bosque Esclerófilo o Achaparrado (1850 – 2250 m)

Constituido por matorrales esclerófilos de hasta 6 m de alto; ocupan las pequeñas mesetas, las laderas de poca inclinación y las cuchillas de la cordillera; el substrato es mayormente suelo rocoso cubierto de una

gruesa capa de raíces, humus y abundante musgo, con afloramiento irregular de rocas de consistencia muy dura y pesada; la vegetación es difícilmente penetrable por la densidad de tallos y ramas que se entrelazan. Este tipo de bosque se caracteriza por presentar pendientes más pronunciadas y vegetación achaparrada con plantas que tienen hojas de consistencia dura, pequeñas, erguidas y de coloración rojiza, los árboles presentan diámetros desde los 5 cm hasta los 15 cm y de alturas que van desde los 1.50 m en la cumbre y hasta 6 ó 10 m en la parte baja, la vegetación está representada por: *Guatteria terminalis* (Annonaceae) con las inflorescencias terminales, (*Schefflera patula* (Araliaceae), *Clethra castaneifolia* (Clethraceae), *Clusia* sp. (Clusiaceae), *Weinmannia cochensis, Weinmannia lechleriana* (Cunoniaceae), *Gaultheria* sp., *Bejaria aestuans* (Ericaceae), *Ocotea* sp. (Lauraceae) *Miconia elongata* (Melastomataceae), *Eugenia* sp. (Myrtaceae), *Cinchona hirsuta, Ladenbergia macrocarpa* (Rubiaceae), *Styrax vilcabambensis* (Styracaceae), *Symplocos quitensis* (Symplocaceae), asimismo, se registra a *Chusquea* sp. (Poaceae) "carrizo de tallo doblado" aquí se ve más musgo del género *Sphagnum* sp. (Briophyto), *Brachyotum* sp. (Melastomataceae), *Symplocos* sp. (Symplocaceae), *Styrax* sp. (Styraceae), entre las orquídeas que se registran tenemos a: *Dichaea morrisii, Maxillaria floribunda, Polycycnis* sp., *Scaphyglottis punctulata, Otoglossum weberbaueranum*, ésta última, con poblaciones considerables. Estos bosques albergan especies nuevas para la ciencia, como *Ouratea* sp. nov. (Ochnaceae), raras como *Burmannia kalbreyeri* (Burmanniaceae), *Phyllonoma ruscifolia* (Phyllonomaceae) y restringidas como *Euterpe catinga var. roraimae* (Arecaceae). Por otro lado, consideramos que son los más sensibles al cambio climático, ya que dependen principalmente del agua que proviene de las lluvias y parte de la neblina que son transportados por los vientos provenientes del Este; por tanto, cualquier cambio de presencia o ausencia de lluvias, vientos, las bajas y elevadas temperaturas constantes que regulan la presencia de polinizadores y dispersores, desencadenarían un cambio repentino de la vegetación, así como variaciones en su crecimiento y desarrollo, provocando la desaparición de muchas especies no sólo de plantas sino también de animales. Aquí ubicamos la parcela IV, se encuentra a 3 Km del campamento peligroso. Para el Perú sería la primera parcela permanente en este tipo de bosque y quizás la segunda en el mundo después de Ecuador.

Parcelas permanentes de Vegetación

Por razones prácticas y para el procesamiento de datos, en el presente estudio solo consideramos datos de cinco parcelas permanentes, ya que datos de la parcela 6 recientemente instalada, aún están siendo procesados.

Al realizar el análisis respectivo en el cuadro 2, notamos que las parcelas V y I muestran valores altos en cuanto al número de especies, índices de Shannon y de Simpson; indicándonos que éstas serían las más diversas, donde factores principalmente de suelo jugarían papeles preponderantes. La parcela V, fue establecida sobre un bosque de llanura amazónica, el cual presenta un suelo limo-arcilloso con alto contenido de nutrientes, condiciones que permiten el desarrollo de especies distintas. Sobre la parcela I, roles importantes jugarían además del suelo, las condiciones fisiográficas y biológicas como la interacción de los polinizadores y dispersores presentes sobre éste, la ubicación de la misma sobre una colina coadyuvarían a estos resultados,



Fig. 4. Bosques de la RCS y ACP-Panguana

Cuadro 1.

CODIGO PPM	TIPO DE BOSQUE	ALTITUD (m)	N° INDIVIDUOS	COORDENADAS UTM	
				N	E
PP RCS 01	Bosque Transicional pre-Montano	845	639	0524933	8953153
PP RCS 02	Bosque pre-Montano	1391	758	0528009	8957457
PP RCS 03	Bosque Nublado o Montano alto	1568	733	0529122	8958452
PP RCS 04	Bosque Esclerófilo	2230	483	0531266	8958199
PP ACP 05	Bosque de Llanura Amazónica	251	595	0507717	8936901

Diversidad

1. Riqueza y Diversidad

INDICES	PARCELAS PERMANENTES				
	I	II	III	IV	V
Especies	176	135	99	46	200
Individuos	639	758	733	483	595
Dominancia D	0.0141	0.03001	0.05047	0.08198	0.01534
Shannon H	4.671	4.136	3.636	2.989	4.762
Simpson 1-D	0.9859	0.97	0.9495	0.918	0.9847
Evenness e^H/S	0.6066	0.4632	0.383	0.432	0.5847
Menhinick	6.962	4.903	3.657	2.093	8.199
Margalef	27.09	20.21	14.85	7.282	31.15
Equitatividad J	0.9033	0.8431	0.7912	0.7808	0.8987
Fisher alpha	80.26	47.79	30.85	12.5	105.8
Berger-Parker	0.04538	0.08179	0.1555	0.2029	0.07059

además, los bosques de transición son ecosistemas especiales que albergan una mixtura de especies de rangos altitudinales más altos y más bajos, hallándose un gran número de especies diferentes. Enfocando otra columna del cuadro 2, podemos ver que la parcela IV es la menos diversa, con un número relativamente bajo de individuos y pocas especies, la parcela está instalada sobre un bosque esclerófilo (achaparrado), donde las condiciones abióticas como la incidencia de radiación solar, vientos fuertes, temperaturas altas en el día y bajas durante la noche, la presencia de suelo compuesto mayormente por arena y roca dura, serían los factores determinantes para éste hecho. Sin embargo, podemos decir que a pesar de mostrarse como un bosque poco diverso, éste puede albergar especies raras e incluso ser restringidas al área. Por otro lado, las parcelas II y III presentan valores más altos en cuanto al número de individuos, ambas instalados sobre un bosque montano y nublado respectivamente, para el primer caso aspectos de fisiografía, como la pendiente del terreno, la presencia de espacios regularmente planos que asemejan un sistema natural de andenería y finalmente, el tipo de suelo arcillo-arenoso, serían las condiciones que podrían influenciar en los resultados. Para el segundo caso (parcela III), las condiciones que estarían directamente relacionados con el número regularmente elevado de individuos sería la presencia de pequeñas fuentes de agua, las rocas expuestas y la ocurrencia continua de vientos fuertes, que permiten incluso a los árboles desarrollar raíces adventicias para una mejor estabilidad.

2. Dominancia D.

Los valores de la Dominancia, nos indica que existen una o pocas especies que agrupa a la mayor cantidad de individuos dentro de las parcelas evaluadas, como sucede en la IV, cuyo valor es el más cercano a 1(0.081), hecho corroborado por la presencia de *Schefflera patula* (Araliaceae) con 98 individuos, notándose la dominancia respectiva y haciendo que la distribución de individuos sea "menos equitativo" entre las especies convirtiendo a éstos tipos de bosque, como los "más homogéneos" frente

a los demás. Contrariamente las parcelas I y V, muestran valores más alejados de 1 (0.014 – 0.015), lo que significa, que existe una distribución de individuos más equitativa por especie. La parcela I, tiene a *Protium amazonicum, Theobroma subincanum, Chrysophyllum sanguinolentum* subsp. *spurium* con 29, 21, 21 individuos respectivamente, por otro lado la V, tiene a *Pseudolmedia laevigata, Iriartea deltoidea* y *Virola calophylla* con 42, 23 y 20 individuos respectivamente, hecho que convierte por lo tanto a éstas parcelas en las "más diversas" del transecto.

3. Fisher's alpha

Este índice, nos indica con mayor eficacia la diversidad de un determinado punto de estudio en relación al número de individuos y especies; por lo tanto, la parcela V sería considerada como la más diversa, hecho corroborado por el número alto de especies que contiene. En contraposición a éste resultado, señalamos a la parcela IV, como la menos diversa con un número reducido de especies (ver cuadro 2).

De acuerdo a los índices calculados, podemos decir finalmente, que la mayor riqueza específica y la diversidad vegetal en general se encuentran en los bosques de Llanura amazónica y en los bosques Transicional pre-Montano correspondientes a los bosques del ACP – Panguana y a los de la RCS, establecidos aparentemente sobre suelos más ricos. De igual manera, señalamos a los bosques Esclerófilos como los menos diversos, aparentemente sobre suelos pobres con parches de arena blanca y greda, pero a su vez albergan una diversidad especial y única con especies endémicas y restringidas a estos ambientes, la presencia de ecosistemas especiales y formaciones de micro hábitats, mucho más específicos a pocas distancias de la misma parcela podrían corroborar este hecho.

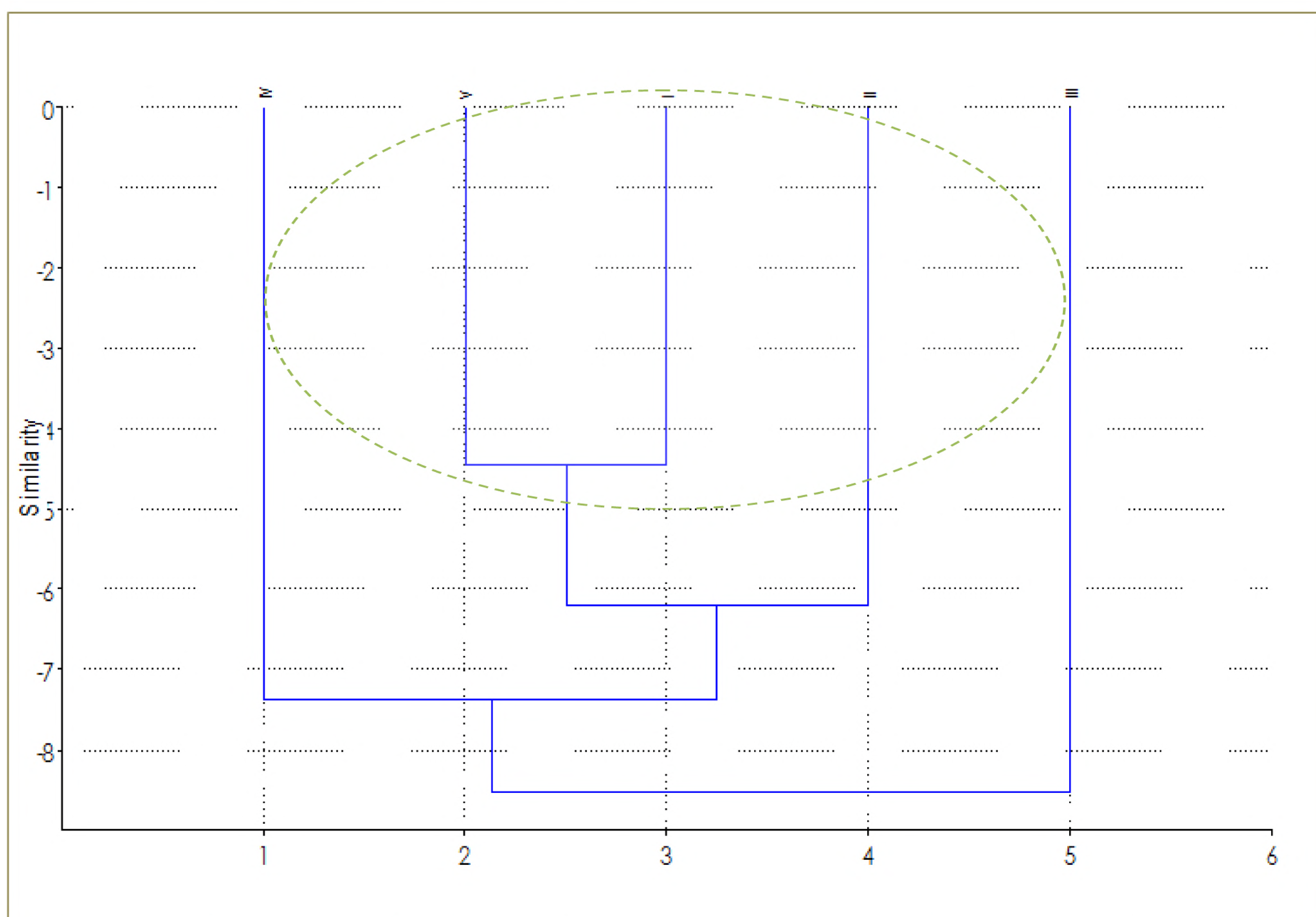


Fig. 5. Cluster Analysis, índice de similaridad Euclidiana, para las 5 parcelas permanentes en la RCS y ACP - Panguana

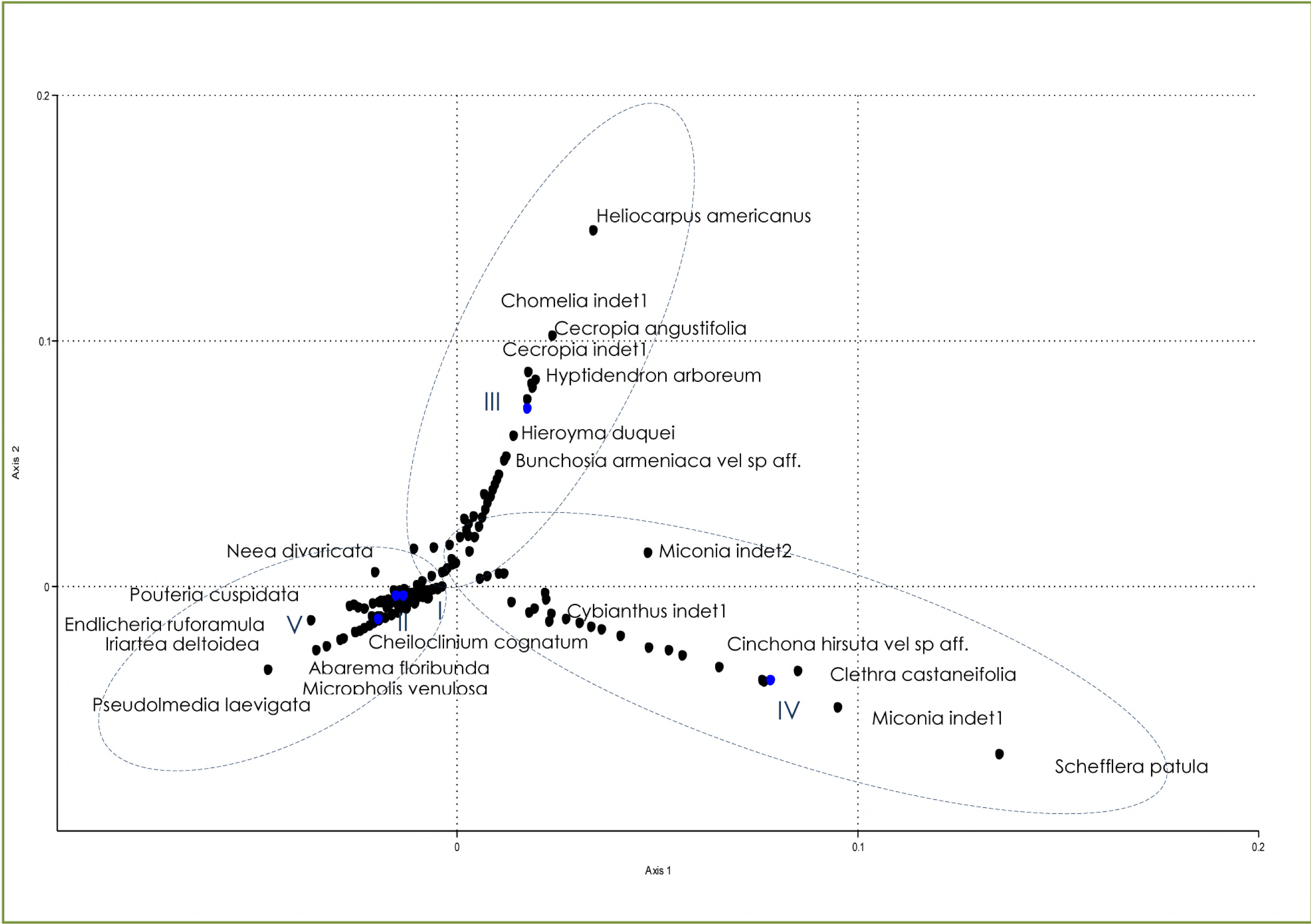


Fig. 6. Correspondence Analysis (CA) para las parcelas evaluadas en la Reserva Comunal el Sira y en el ACP - Panguan

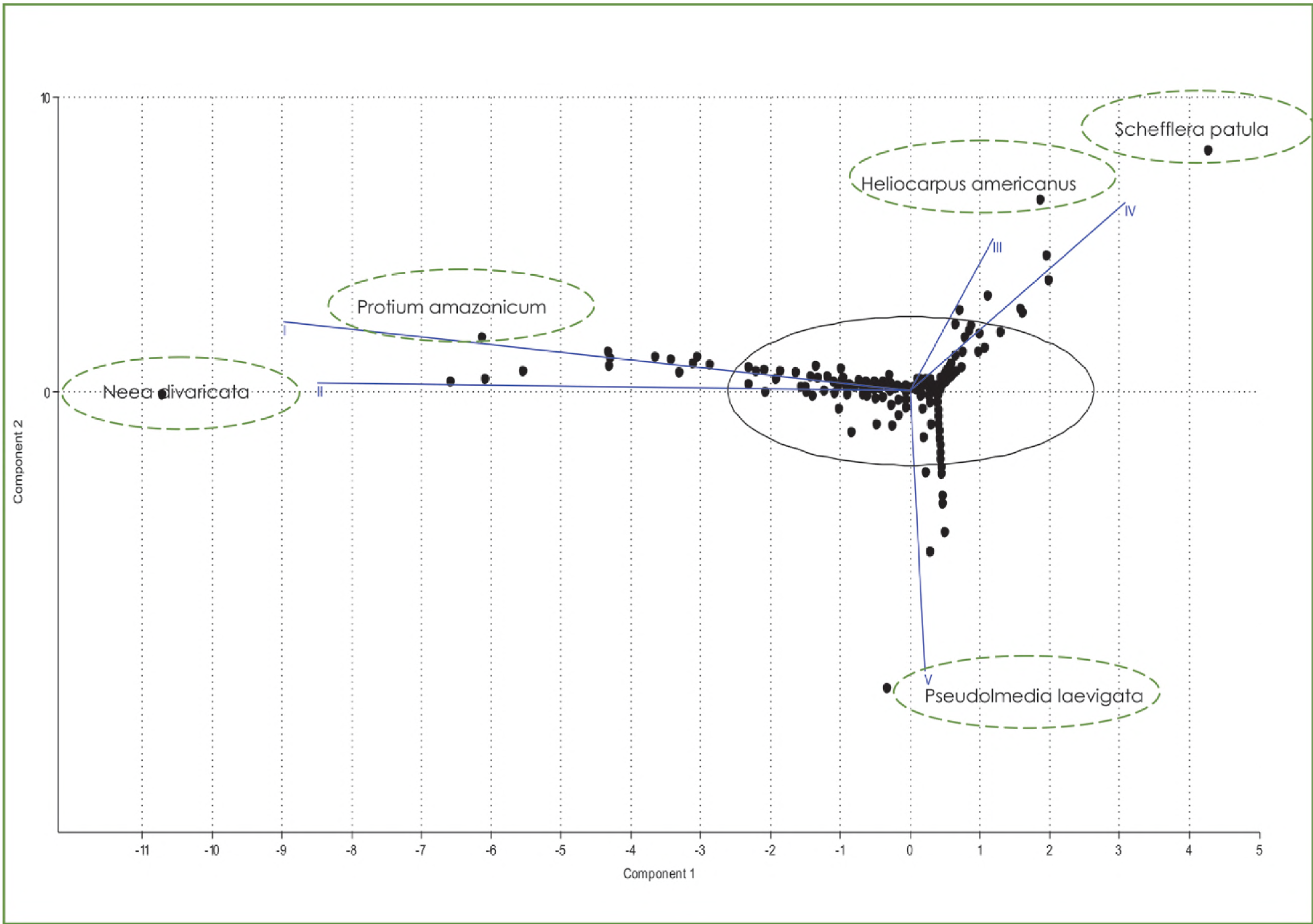


Fig. 7. Principal components Analysis (PCA), para las parcelas evaluadas en la Reserva Comunal el Sira y el ACP - Panguana

4. Índices de similaridad.

En las figuras 5 y 6, observamos la formación de 3 grupos principales, uno formado por las parcelas I, II y V, el segundo por la parcela III y finalmente el tercer grupo formado por la parcela IV; de acuerdo a la evaluación vemos que las parcelas I, II y V son las más similares, ya que comparten el mayor número de especies, corroborada por la concentración de las mismas hacia el centro de los ejes; entre las especies que comparten tenemos a: *Abarema floribunda, Cheiloclinium cognatum, Endlicheria ruforamula, Eugenia florida, Helicostylis tomentosa, Micropholis venulosa, Pouteria cuspidata, Simarouba amara, Socratea salazarii* y *Neea divaricata* vel sp aff, siendo ésta última, la que muestra el número más alto de individuos presente en las 3 parcelas con 17, 62 y 6 respectivamente. De otro lado, vemos que las parcelas III y IV están más alejadas del grupo principal, por tener en su composición florística a especies distintas y únicas.

En la figura 7, podemos observar que dentro de la composición florística para cada parcela evaluada existen principales componentes, los mismos que están dados por la dominancia de las especies en relación al número de individuos. Tales componentes estarían dados por cinco ejes como se puede ver en el gráfico; las especies como *Protium amazonicum, Neea divaricata, Heliocarpus americanus, Schefflera patula* y *Pseudolmedia laevigata* estarían restringidas únicamente a las parcelas I, II, III, IV y V respectivamente, las mismas que contribuyeron a la formación de los mencionados componentes.

Finalmente, en los gráficos 5, 6 y 7, existe una tendencia de agrupación de puntos basados en dos factores la primera estaría dado por el tipo de suelo relacionado a la presencia de especies, la segunda dada por el número de especies compartidas entre los diferentes puntos de evaluación (parcelas). Las parcelas I, II y V además de que comparten el mayor número de especies, se hallan sobre suelos ricos en nutrientes del tipo arcillo-limoso, en cambio, la parcela III se halla sobre un suelo rocoso y la IV sobre un suelo de arena (greda), ambas sobre suelos mucho más pobres, los cuales además muestran a muy pocas especies compartiendo entre sí y con las demás, hecho que las aleja de la nube de puntos y las hace regularmente diferentes.

5. Biomasa y contenido de Carbono

Realizamos los cálculos de Biomasa aérea en base a cinco parcelas permanentes, cuyos resultados representan las primeras estimaciones, pues el área es bastante grande, lo que sugiere establecer más parcelas por lo menos una repetición por tipo de bosque, mejorando el muestreo, idealmente una integración con el uso de métodos a partir de sensores remotos sería un gran avance y se pueda saber precisamente cuanto de carbono existe en este lugar del Perú.

Utilizando los datos del censo y registro para el año 2010 y 2014 (fig. 8) observamos la cantidad de biomasa aérea contenida en los diferentes tipos de bosques, representados por 1 ha en cada tipo de vegetación y en cada nivel altitudinal, las parcelas I y II muestran los valores más altos con 264.2 y 243.6 T/ha respectivamente, las mismas que se hallan sobre un bosque Transicional pre-Montano y pre-Montano; éstos valores responden a la presencia de especies con alta densidad de madera y diámetros regulares para ambos casos. Por otro lado, vemos la tendencia de los puntos hacia una curva polinómica, donde el contenido de biomasa inicialmente se incrementa en forma proporcional a la gradiente altitudinal, desde los 200 hasta

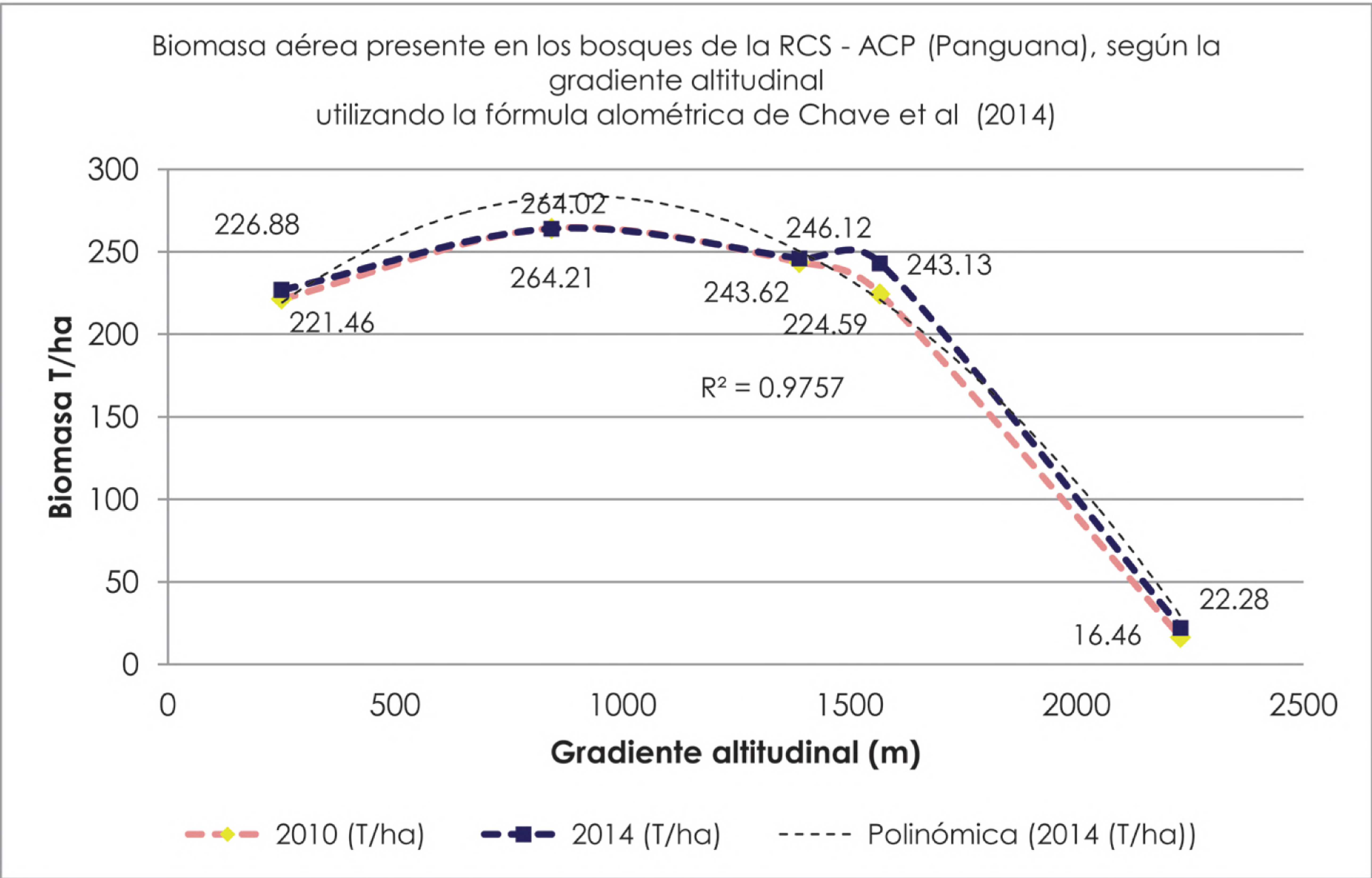


Fig. 8. Biomasa aérea presente en los bosques de la RCS-ACP (Panguana), según la gradiente altitudinal utilizando la fórmula alométrica de Clave et al. (2014)

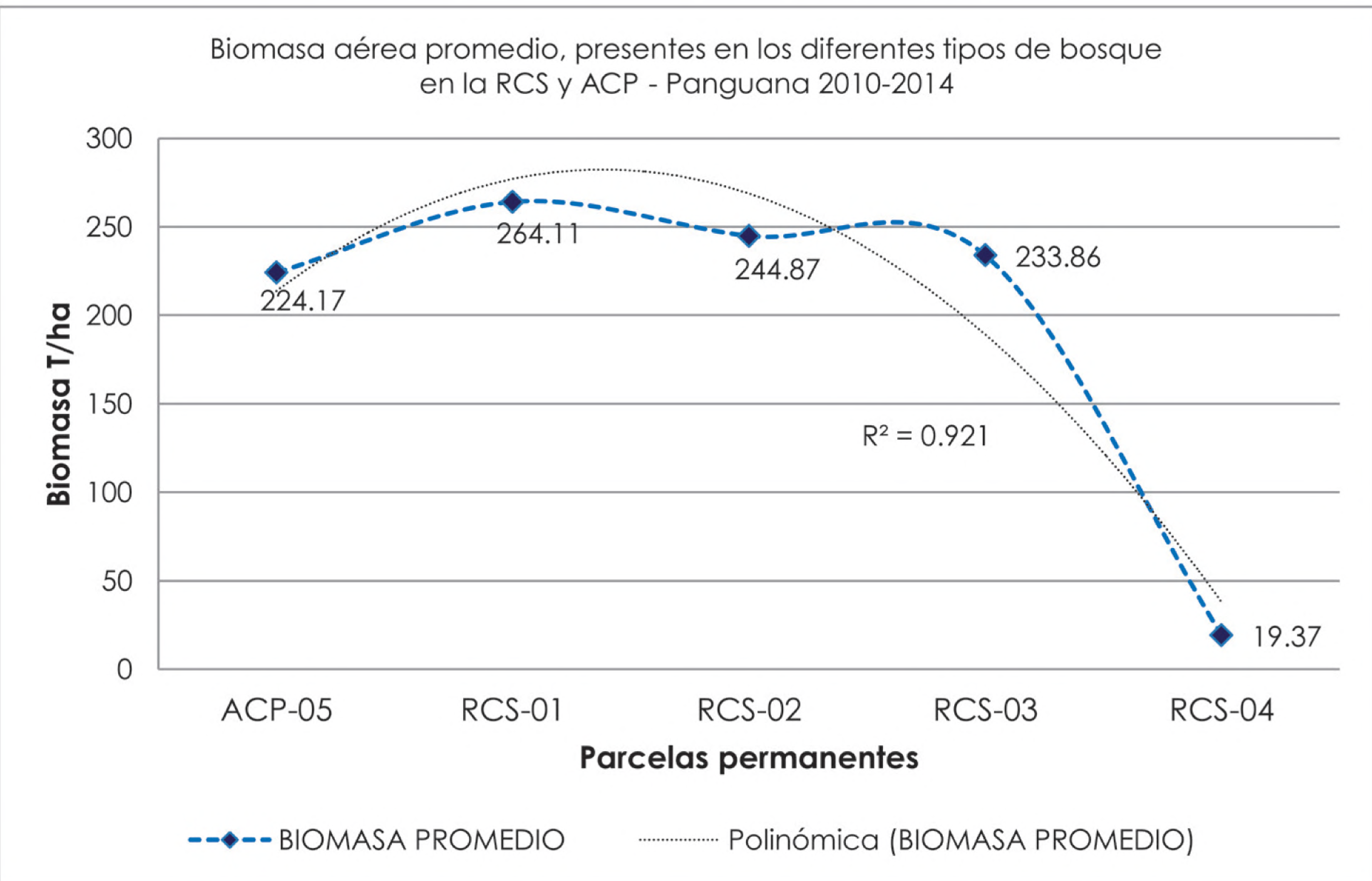


Fig. 9. Biomasa aérea promedio, presents en los diferentes tipos de bosque en la RCS y ACP-Panguana 2010-2014

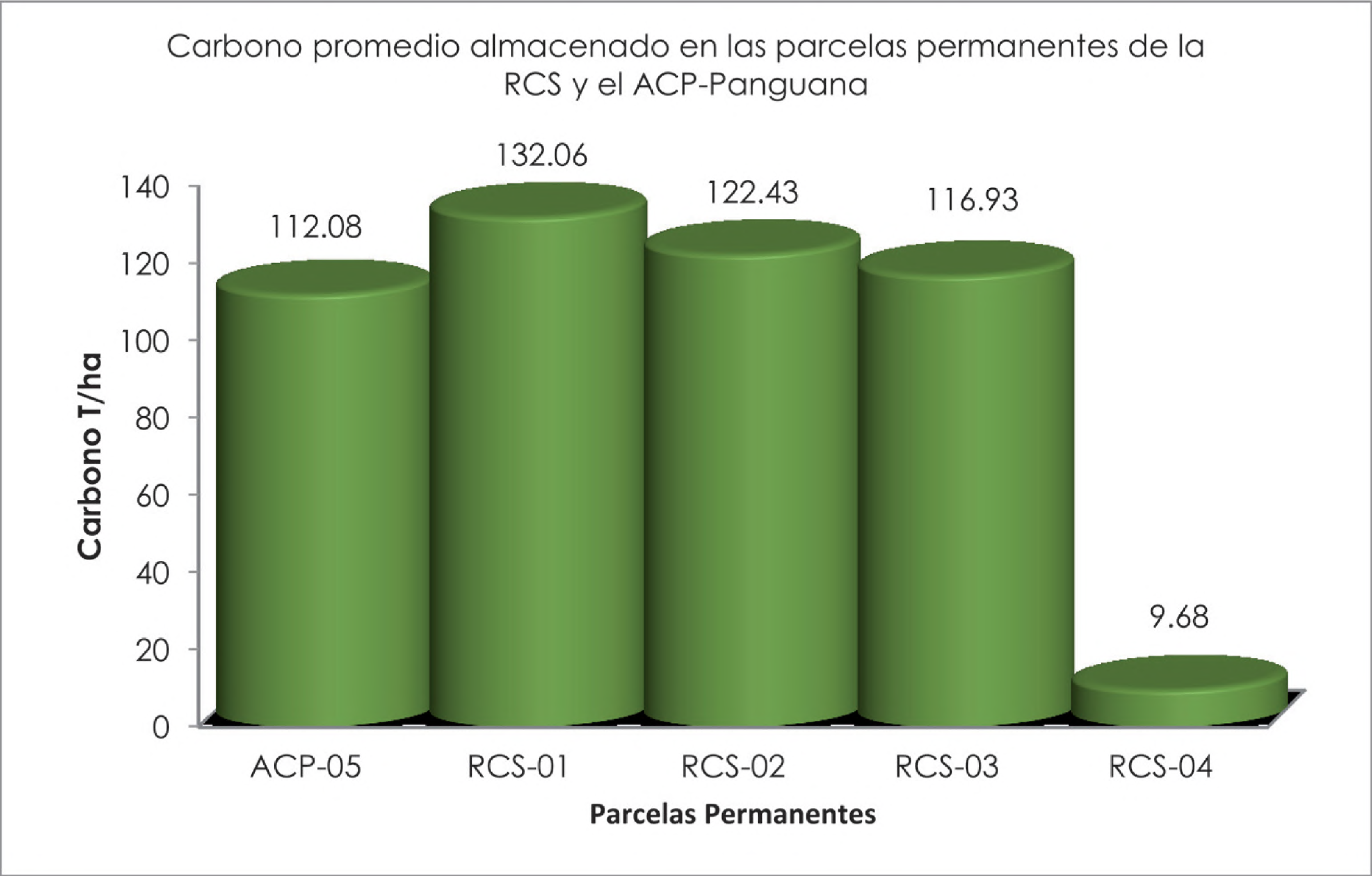


Fig. 10. Carbono promedio almacenado en las parcelas permanents de la RCS y el ACP-Panguana

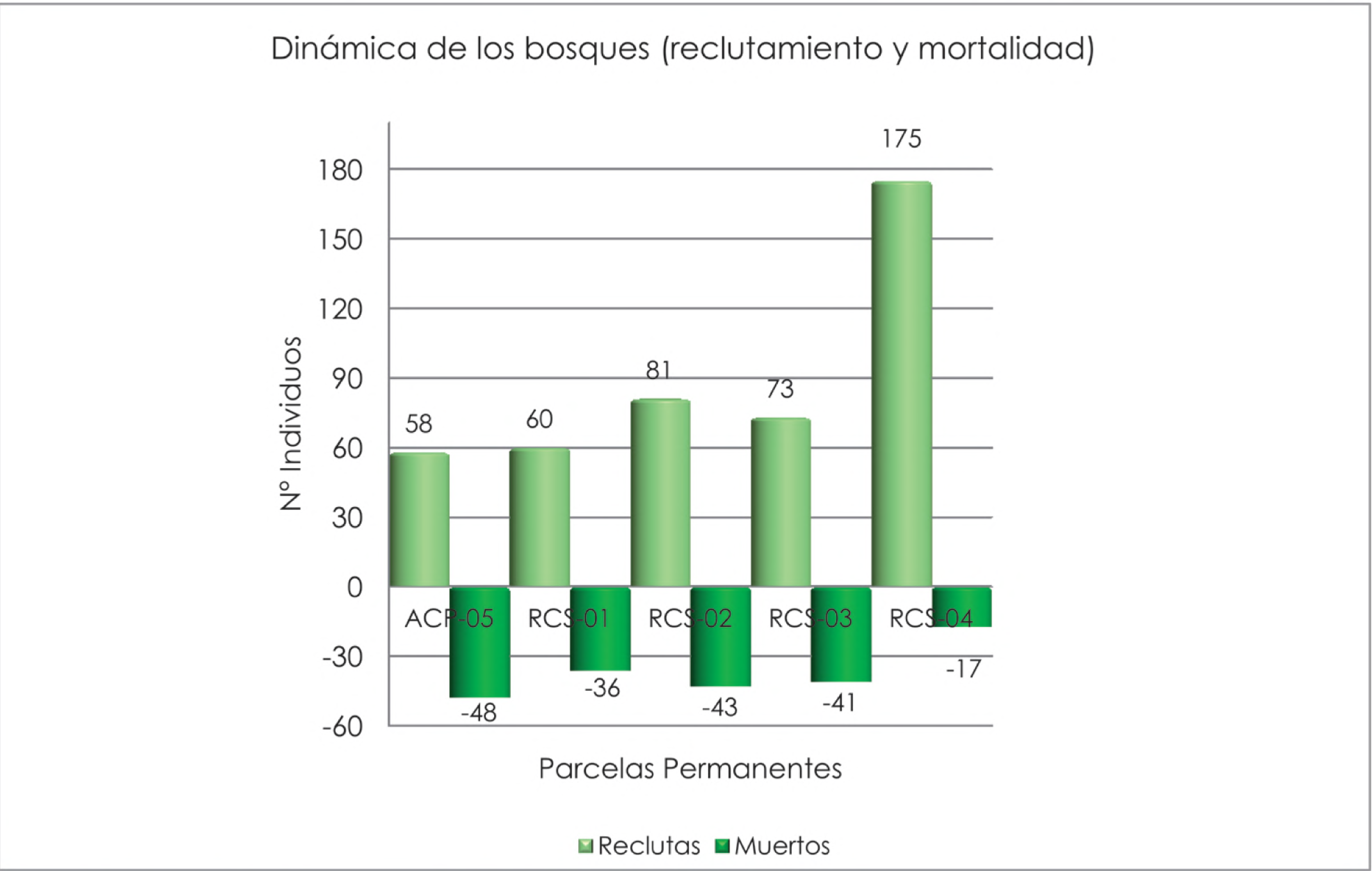


Fig. 11. Dinámica de los bosques (reclutamiento y mortalidad)

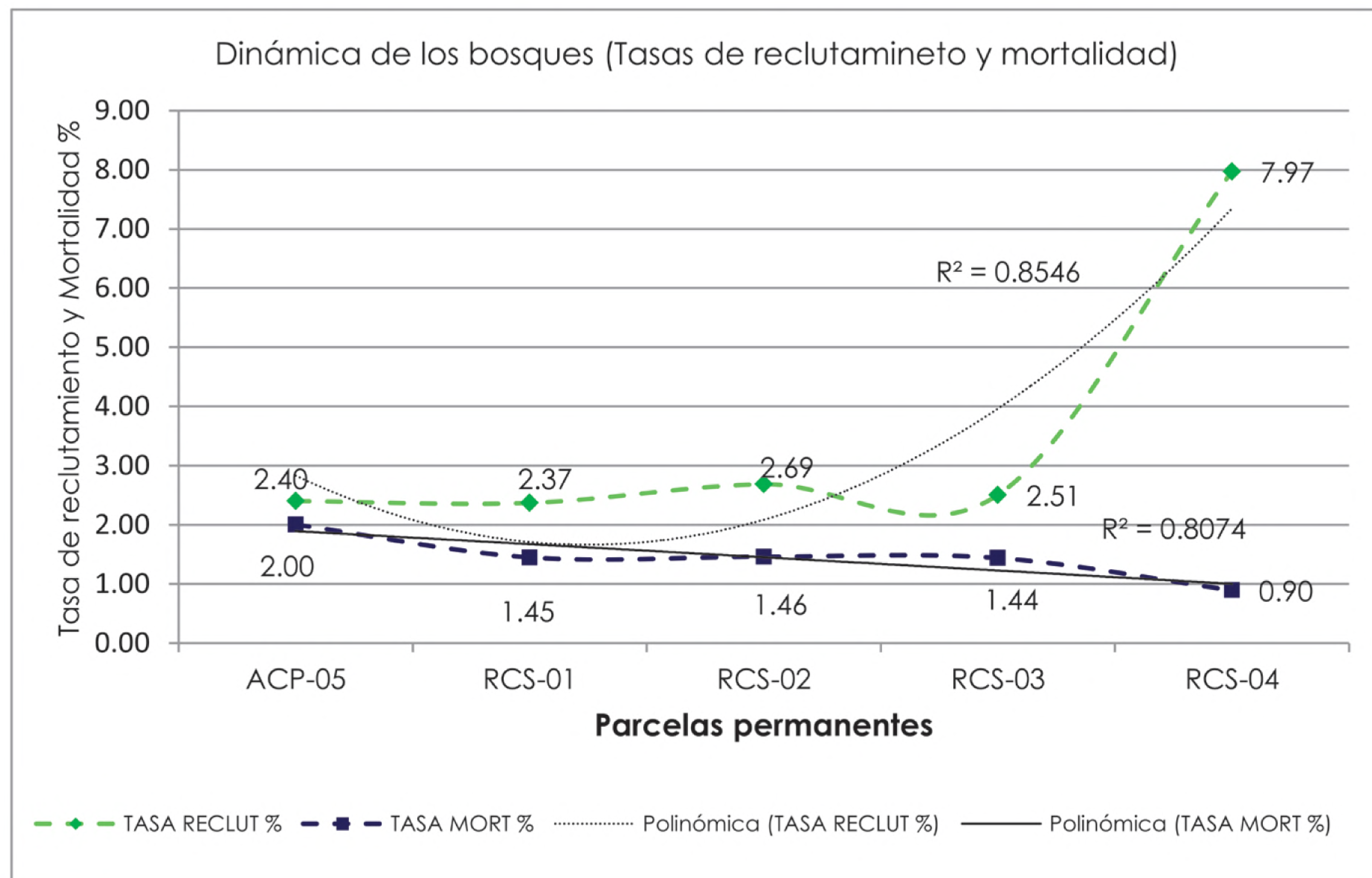


Fig.12. Dinámica de los bosques (Tasa de reclutamiento y mortalidad)

los 1000 m, luego ésta empieza a descender haciéndose la relación inversamente proporcional a la altitud.

Igualmente observamos que, por encima de los 1800 m, el contenido de biomasa disminuye abruptamente, como sucede en la parcela IV, instalada a 2230 m de altitud sobre un bosque esclerófilo (achaparrado), cuya biomasa estimada es de 19.37 toneladas. Si sumamos la cantidad de Biomasa aérea promedio contenida en las 5 parcelas permanentes de vegetación (ver fig. 9) tenemos 986.38 toneladas y, si realizamos la proyección al área total de la Reserva Comunal obtendremos 120 Mt de biomasa aérea aproximadamente. En la figura 10, mostramos valores promedio de carbono contenido en cada una de las parcelas, donde los valores más altos se encuentran en las parcelas I y II con 132.06 y 122.43 toneladas de carbono por ha. La proyección del contenido de carbono al área total de la Reserva, asciende aproximadamente a 60 Mt. Valores que se consideran para los cálculos de valor monetario del carbono; de acuerdo a Mogas & Riera (2004), 01 tonelada de carbono equivale a 3.667 toneladas de CO_2, por lo tanto, realizando los cálculos respectivos obtenemos 223 Mt de CO_2 almacenados en los 5 tipos de bosques del área en estudio, siendo estos valores los mínimos pues no se ha considerado aún el carbono presente en las raíces, el suelo, tallos pequeños y la materia orgánica en el suelo.

La biomasa calculada para el año 2014 se ven incrementadas con valores poco considerables como sucede en las parcelas V, II y IV, algunos de éstos valores se han mantenido o disminuido ligeramente como en la parcela I (fig. 8). Por otro lado, es importante señalar que ha existido un incremento considerable de biomasa en la parcela III en 19 toneladas aproximadamente, este incremento se debería a la inclusión de nuevos individuos con valores de densidad de madera elevados, así como el crecimiento diamétrico acelerado de los

árboles censados anteriormente.

Valores promedio de biomasa calculados indican que los bosques; transicional pre-Montano, pre-Montano y finalmente los nublados o Montano alto, tienen un contenido relativamente elevado frente a los otros tipos de bosque (fig. 9). Según Saatchi *et al.* (2007) los bosques amazónicos almacenan entre 200 a 300 toneladas por hectárea coincidiendo con los resultados obtenidos en la presente investigación, donde vemos que la parcela V, establecida sobre un bosque amazónico en el ACP-Panguana contiene 224.17 T/ha de biomasa aérea. En áreas más cercanas como en el Parque Nacional Yanachaga Chemillén, sus bosques amazónicos contienen aproximadamente un promedio de 285.02 toneladas de biomasa, como se demuestra en los resultados recientes por investigaciones realizadas por Valenzuela *et al.* (en prep.) dentro del proyecto Tropical Ecology Assesment and Monitoring (TEAM); sin embargo, creemos que se requiere realizar algunas repeticiones para cada tipo de bosque, pues el contenido de biomasa varía de acuerdo a la composición de especies dependiendo directamente de la densidad, diámetro y altura; por lo tanto, toda la estructura de éstos ambientes son notablemente variables en distancias cortas, siendo el suelo uno de los factores más importantes de la variabilidad; además la gran extensión de la RCS con más de 600 000 hectáreas lo sugiere.

Los contenidos de la biomasa se ven influenciados directamente por la adición de nuevos individuos (reclutas) y por la muerte de árboles censados en períodos de medición anteriores (mortalidad), incrementando o disminuyendo el contenido total de biomasa aérea. En las figuras 11 y 12, se observa la dinámica de las parcelas sobre los distintos bosques, notamos que existe un alto número de reclutas para la parcela IV con 175 individuos equivalente a una tasa de reclutamiento igual a 7.97%. Se debe considerar que la parcela IV fue establecida sobre un bosque esclerófilo donde los árboles censados tienen diámetros ≥ 5 cm, sin embargo, este hecho no ha provocado un incremento notable en la biomasa. En la parcela III establecida sobre un bosque montano, se ve un incremento alto en la biomasa con 19 toneladas, a pesar de que la tasa de reclutamiento es igual 2.51% con 73 nuevos individuos, entonces lo que sugiere que el incremento de la biomasa se debe a que los árboles han aumentado su diámetro notablemente, la inclusión de nuevos individuos con altos valores en densidad de madera corrobora este hecho, por otro lado, la tasa de mortalidad es menor con 1.44% respecto a la tasa de reclutamiento. Valores de reclutamiento y de mortalidad casi similares nos muestra el bosque amazónico con valores que van 2.40 y 2%, lo que significa que éstos bosques podrían presentar una dinámica un poco más estable frente a las demás.

La conservación de éstos bosques, permite en la actualidad que la acumulación del CO_2 en la atmósfera se vea algo disminuida, o en todo caso, el ciclo del Carbono retorne a un equilibrio, permitiendo el funcionamiento regular de los ecosistemas, donde la cantidad de agua que se produce sea constante frente a la que llega, igualmente, donde las temperaturas se mantengan estables en los diferentes pisos altitudinales, que permitan el normal desarrollo y crecimiento de los seres vivos junto a la producción y consumo del oxígeno regulado por las plantas. Por lo tanto, estos bosques nos permiten tener y mantener todavía una calidad de vida saludable. En tal sentido, lo que se propone es que se pueda obtener pagos por servicios

ambientales, para continuar conservando estos ambientes, que son prácticamente los últimos pulmones del mundo; fondos que podrían ser destinados incluso a continuar realizando más investigación científica; donde gracias a los pocos trabajos que se realizaron en la RCS, ésta se encuentra entre las principales áreas naturales protegidas en el mundo, que tienen recursos irremplazables.

6. Área basal

El mayor área basal ocupan los individuos de la parcela III (31.655 m²); seguida los individuos de la parcela I con 27.155 m²; mientras que los árboles de la parcela IV ocupan sólo un área 2.959 m² (ver fig. 14). Es importante mencionar que en la parcela III, existe un gran número de árboles con diámetros considerables, pero éstos son representados por especies que tienen un crecimiento secundario acelerado como *Heliocarpus americanus, Cecropia angustifolia, Hyptidendron arboreum* cuyos valores de densidad de madera son bajos.

7. Estructura.

Para determinar la "estructura horizontal" de los bosques en el área de estudio, identificamos 10 clases diamétricas los mismos que se pueden ver en la figura 15, donde los individuos fueron agrupados desde 5 cm hasta los 50 cm de diámetro. Si observamos el gráfico vemos que los puntos siguen una tendencia de una "J" invertida, que es característica de los "bosques de llanura amazónica" y la que se repite en los bosques de transición y montanos. El 37.63 % de individuos tienen diámetros comprendidos entre 10 a 15 cm, el 19.61% de individuos muestran diámetros que van desde los 15 hasta los 20 cm, luego el resto de individuos ocuparían los rangos de diámetro mayor, con el 9.79%, 7.37%, 7.21%, 2.85%, 1.66%, 1.38% y 1.14% respectivamente. Por otro lado, vemos que la parcela IV, establecida sobre un bosque esclerófilo, sigue el mismo patrón de distribución, pero el mayor número de individuos se encuentran agrupados en rangos de diámetro distinto, así el 79.2 % de individuos tienen un diámetro mayor a 5 y menor o igual a 10 cm, seguidos de aquellos que presentan un diámetro comprendido entre los 10 a 15 cm representados por un 15.63 %, estando el resto agrupados en los rangos de mayor diámetro entre los 15 a 25 cm de diámetro.

Para determinar la "estructura vertical", igualmente agrupamos a los individuos en 7 clases altimétricas (ver fig. 16). Donde el mayor número de individuos tiene alturas comprendidas entre 5 y 10 m con el 41.5%, seguido de aquellos que tienen alturas entre 10 y 25 m con el 28.8%, y finalmente, un tercer grupo de árboles con alturas considerables comprendidas entre 15 y 20 m de alto con el 14.04%. Por lo tanto la estructura vertical de los bosques de El Sira, estaría dada por la agrupación de las diferentes clases altimétricas en 3 estratos, el emergente conformado por los árboles más altos de 25 m a más, el dosel compuesto por aquellos árboles que tienen alturas desde los 10 hasta los 25 m y el sotobosque por aquellos que tienen alturas entre los 5 y 10 m. Debemos mencionar, que en la parcela IV del bosque esclerófilo (ver fig.15), encontramos a la mayoría (301) de los individuos censados, con alturas menores a los 5 m de alto (62.8%), el resto conformado por árboles que tienen alturas comprendidas entre los 5 a 10 m, aspecto que es característico de los bosques achaparrados o esclerófilos donde los más bajos se hallan distribuídos hacia las partes más altas de la montaña, quienes reciben incidencia alta de luz solar y que no requieren alcanzar tamaños considerables por que la competencia por la luz en este

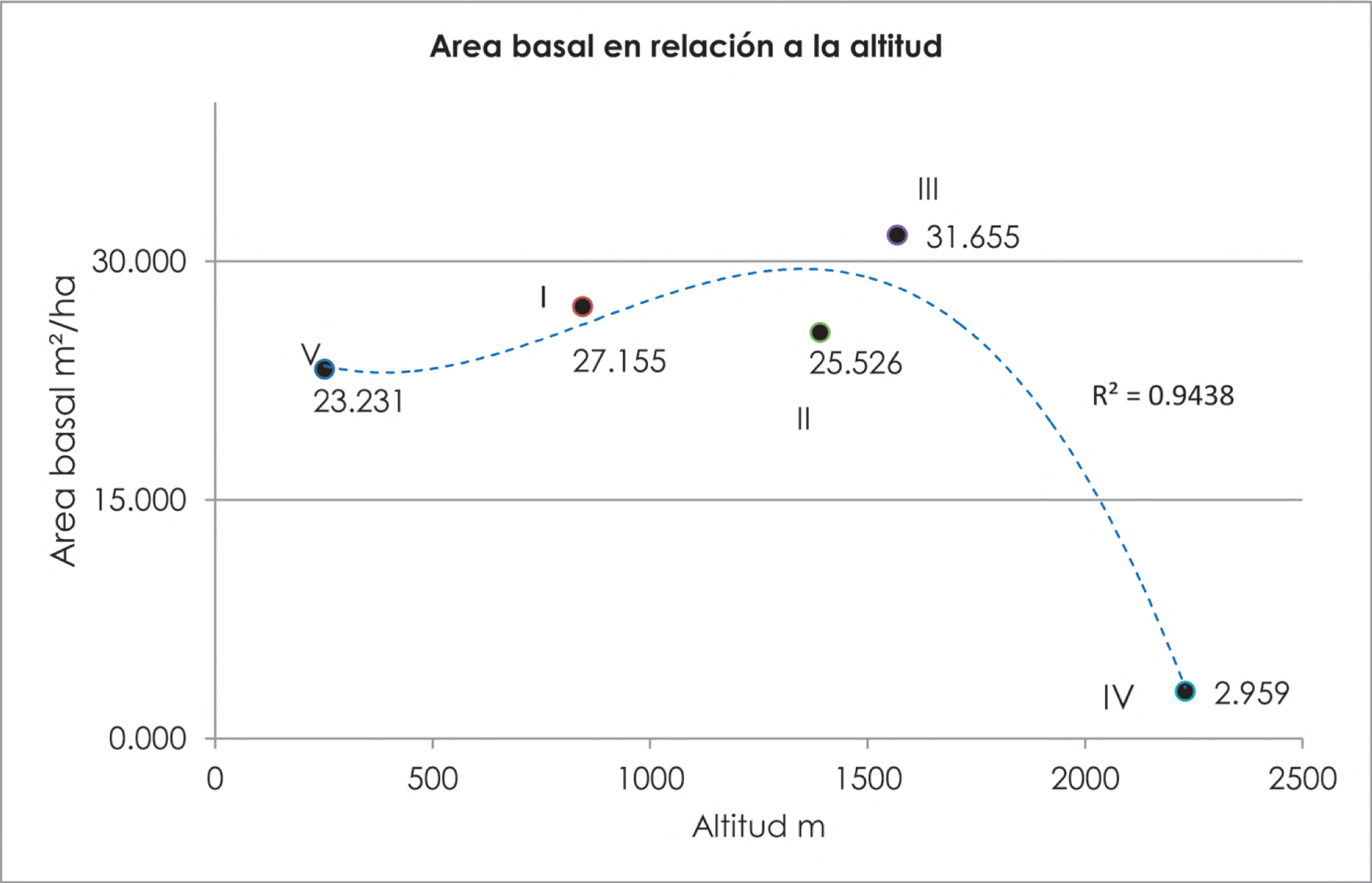


Fig. 14. Área basal en relación a la altitud

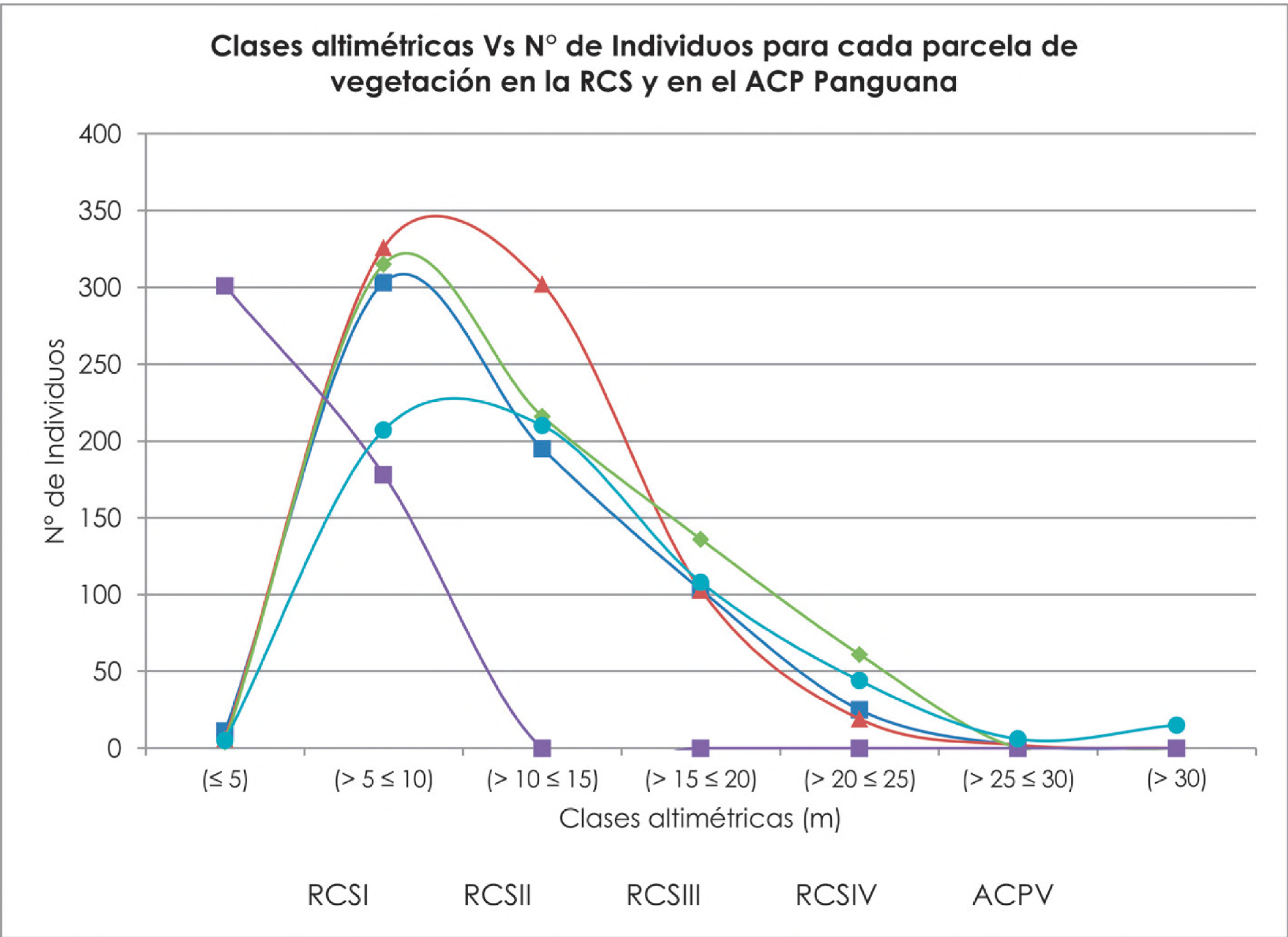


Fig. 15. Clases altimétricas Vs No de individuos para cada parcela de vegetación en la RCS y en el ACP Panguana

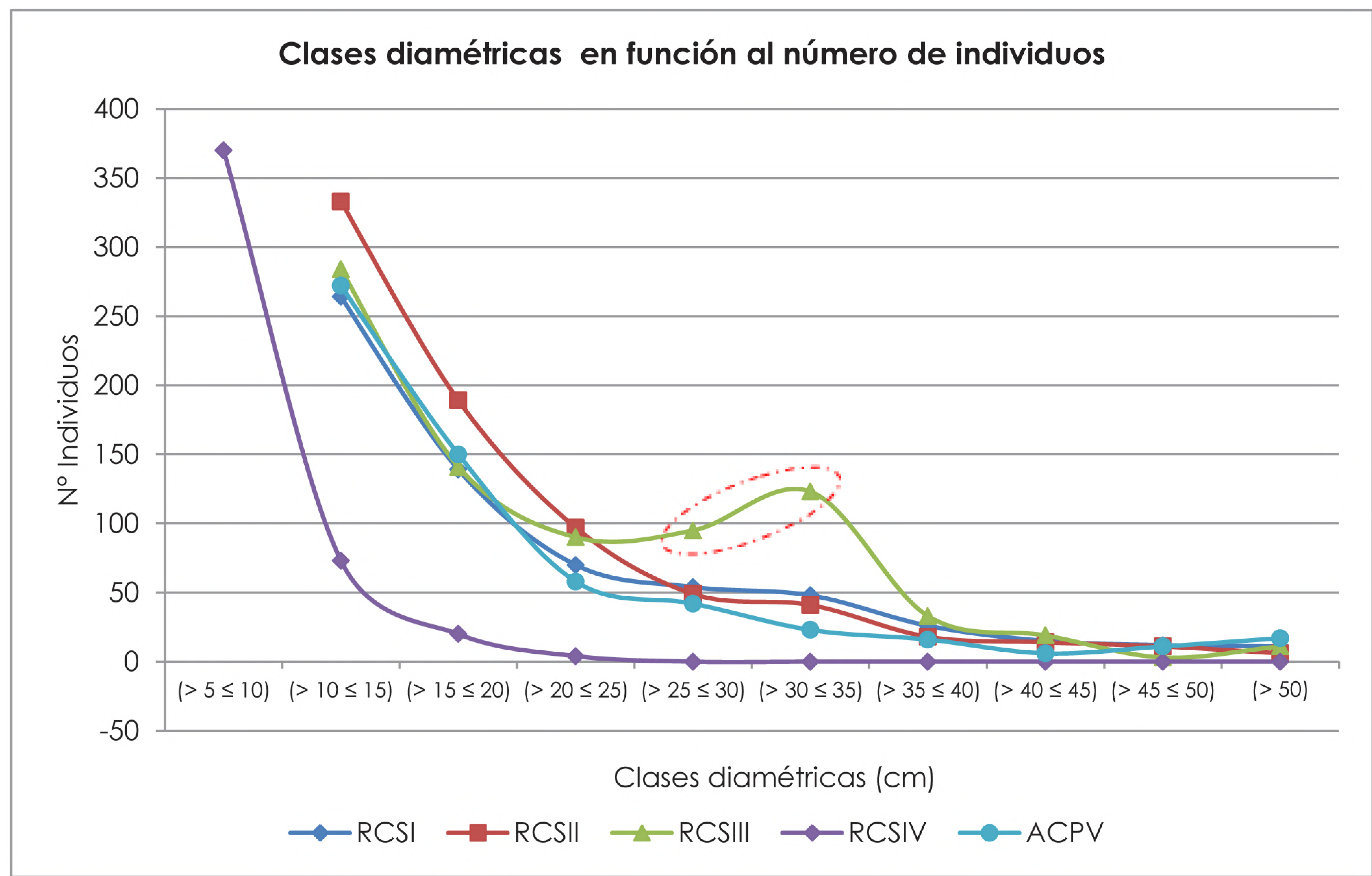


Fig. 16. Clases diamétricas en función al número de individuos

lugar es casi nula.

Conclusiones

La Reserva Comunal El Sira incluyendo el ACP-Panguana, hasta el momento tiene por lo menos 729 especies agrupadas en 120 familias con 398 géneros entre árboles, lianas, arbustos, hierbas, hemiepífitos y epífitos. Las familias Orchidaceae, Rubiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Melastomataceae y Arecaceae, son las más abundantes. Hacemos mención a registros importantes como: *Roucheria* sp., *Welfia alfredii, Euterpe catinga var. roraimae, Burmannia kalbreyeri, Prosopanche americana.* Incrementando de ésta manera el conocimiento florístico y fitogeográfico, que a su vez nos permite deducir que la RCS muestra una alta capacidad para albergar especies únicas, que por los tipos de suelos y las formaciones geográficas hacen de la cordillera El Sira un ecosistema especial.

Especies útiles como *Hevea brasiliensis, Hevea guianensis* "caucho", *Bixa orellana* "achiote" y *Phytelephas macrocarpa* "yarina" o "marfil vegetal", son registrados entre los 150 a 600 m de altitud, junto a otras especies maderables como *Cedrelinga cateniformis* "tornillo", *Cedrela odorata* "cedro blanco", *Cedrela fissilis* "cedro de altura" o "cedro colorado" y *Swietenia macrophylla* "caoba", debido al fácil acceso podrían estar bajo un proceso de explotación no controlado.

Proponemos una caracterización de la vegetación en base a la composición florística y a la gradiente altitudinal, de la manera siguiente: bosque de Llanura amazónica (170 - 650 m), bosque Transicicional pre-Montano (650 – 1100 m), bosque pre-Montano (1100 – 1500 m), bosque Montano alto (1500 -1800 m) y el bosque Esclerófilo o Achaparrado (1800 – 2250 m).

Establecimos 6 parcelas permanentes

de vegetación de 1 ha cada una, sobre los principales tipos de bosques, a través de un transecto altitudinal, con la finalidad de implementar un sistema de monitoreo de la dinámica de los bosques, el cual nos permitirá estudiar a largo plazo los posibles cambios producidos en la vegetación del transecto, interpretarlos y compararlos con otros estudios similares para proponer alternativas de mitigación frente al cambio climático.

De acuerdo a los índices calculados podemos señalar que la mayor riqueza específica y la diversidad vegetal en general se encuentran en los bosques de Llanura amazónica y Transicional pre-Montano. Por otro lado, señalamos a los bosques Esclerófilos como los menos diversos; pero a su vez, indicamos que podrían ser considerados como los bosques que albergan una diversidad vegetal especial y única, con especies endémicas y restringidas a estos ambientes.

Respecto a los índices de similaridad y ordenación, las parcelas I, II y V, resultan ser las más similares, donde comparten a 21 especies aproximadamente, entre ellas citamos las más importantes: Abarema floribunda, *Cheiloclinium cognatum, Endlicheria ruforamula, Eugenia florida, Helicostylis tomentosa, Micropholis venulosa, Pouteria cuspidata, Simarouba amara, Socratea salazarii* y *Neea divaricata* vel sp. aff.; las mismas que forman parte de los componentes principales en la composición florística de éstos bosques evaluados. Por otro lado, citamos a especies como a: *Protium amazonicum, Neea divaricata, Heliocarpus americanus, Schefflera patula,* y *Pseudolmedia laevigata* como las que más contribuyeron a la formación de los mencionados componentes; éstas especies se ven restringidas únicamente a las parcelas I, II, III, IV y V.

El mayor contenido de biomasa aérea en promedio se encuentra en las parcelas I y II con 264 y 245 T/ha respectivamente, las mismas que se encuentran sobre un bosque Transicional pre-Montano y pre-Montano; este contenido de biomasa disminuye hacia las partes más altas (2230 m), sobre un bosque esclerófilo, con sólo 19 T/ha. Realizando la proyección de valores sobre el contenido de carbono al área total de la Reserva Comunal El Sira incluyendo el ACP-Panguana, obtenemos una estimación de 60 Mt, la misma que se traduce en 223 Mt de CO_2 almacenados en los 5 tipos bosques del área en estudio.

Los contenidos de biomasa varían de acuerdo al tipo de bosque, a la composición de especies, densidad de madera, condiciones abióticas que influyen en el crecimiento acelerado o lento de los árboles como la temperatura, suelo, incidencia solar y humedad, por lo que, se recomienda establecer más parcelas permanentes por lo menos con 1 a 3 repeticiones por cada tipo de bosque.

La parcela V establecida sobre el bosque amazónico presenta una dinámica más estable frente a las demás, donde las tasas de reclutamiento y mortalidad fluctúan entre los 2.4 y 2% respectivamente.

Respecto al área basal, señalamos que el mayor área está ocupado por los individuos de la parcela III, que se encuentra instalada sobre el bosque nublado con 31.7 m². De otro lado, un área menor es ocupado por los árboles de la parcela IV con sólo 3 m², establecida sobre un bosque esclerófilo a 2230 m de altitud.

La estructura horizontal de los bosques en el área de estudio, está dado mayormente por árboles cuyos diámetros fluctúan entre los 10 y 30 cm de diámetro,

sólo en las parcelas I, II, III, y V. En cambio la parcela IV, establecida sobre un bosque esclerófilo, sigue el mismo patrón de distribución, pero el mayor número de individuos se encuentran agrupados entre 5 a 15 cm de diámetro. Por otro lado, la estructura vertical, está representada por las clases altimétricas donde la mayoría de los árboles presentes en los diferentes tipos de bosques tienen alturas que van desde los 5 a 10 m que forman el sotobosque, seguido de aquellos individuos que tienen alturas mayores a 10 hasta los 15 m, los mismos que forman el dosel y el grupo de los árboles emergentes que estarían formados por aquellos individuos cuyas alturas fluctúan entre los 15 y 25 m de alto.

Agradecimientos

Los autores agradecemos a las siguientes instituciones y personas que de una u otra manera colaboraron en la ejecución del presente estudio: Al Missouri Botanical Garden, Fundación Moore (Estados Unidos), Cooperación alemana (GIZ) y el Consejo de Investigación Ambiental (NERC – Natural Environment Research Council, U.K.). OLP, apoyado por una beca de la Comisión Europea de Investigación (ERC – European Research Council) y por un premio de la Sociedad Real de Gran Bretaña (Royal Society Wolfson Research Merit Award). De igual manera, queremos hacer llegar nuestro agradecimiento a la Red de Inventarios Forestales, Herbario HOXA, SERNANP – Reserva Comunal El Sira, ECOSIRA, Área de Conservación Panguana, Alfredo Neyra Saavedra (Jefe de la RCS), Alois Kohler (Asesor Principal Co-Gestión Amazonía Perú-GIZ), Lyli Rodriguez Bayona (Asesora Técnica del Proyecto Biodiversidad y Cambio Climático en la RCS), Jorge Watanabe Sato (Asesor Técnico en Fortalecimiento de Capacidades para la Cogestión Amazonía Perú-Pucallpa), Lisette Rengifo y Eva Del Aguila (administradoras del Proyecto Co-Gestíon Amazonía Perú-GIZ, Pucallpa), Juliane Koepcke Carlos Vásquez, Nery Panduro (ACP-Panguana), Pedro Pérez (Presidente Ecosira), Din Heredia Huarino (Universidad Nacional San Agustín de Arequipa), Amador Pfuro Tapia (Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco), César Rojas Tello, Jaime Flores Shareva, Gerry Shareva Mateo (Asistentes de campo del Jardín Botánico de Missouri), a los Guardaparques de la Reserva Comunal El Sira. Finalmente, a Luis López, Elmer Zang, Valentín Moreno, Edwin Díaz, Meler Zang, Mayte Estebez, Antonio Estebez, Alex Gonzáles, Walter Villegas Asistentes locales del distrito de Llullapichis y de la C.N. Tahuantinsuyo.

Literatura citada

Brown, S. & A. E. Lugo. 1992. Aboveground biomass estimates for tropical moist forest of the Brazilian Amazon. Interciencia 17: 8-18.

Chave, J.; M. Réjou-Méchain; A. Búrquez; E. Chidumayo; M. S. Colgan; W. B. C. Delitti; A. Duque; T. Eid; P. M. Fearnside; R. C. Goodman; M. Henry; A. Martínez-Yrízar; W. A. Mugasha; H. C. Muller-Landau; M. Mencuccini; B. W. Nelson; A. Ngomanda; E. M. Nogueira; E. Ortiz-Malavassi; R. Pélissier; P. Ploton; C. M. Ryan; J. G. Saldarriaga & G. Vieilledent, G. 2014. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. Global Change Biology, 20: 3177–3190. doi: 10.1111/gcb.12629.

Le Saout Soizic; M. Hoffmann; Y. Shi; A. Hughes; C. Bernard; T. Brooks; B. Bertzky; S. Butchart; S. Stuart; T. Badman & A. Rodrigues. 2013. Protected Areas and Effective Biodiversity Conservation. Science Vol. 342 N° 6160 pp. 803-805.

Malhi, Y.; D. D. Baldocchi & P. G. Jarvis. 1999 The carbon balance of tropical, temperate and boreal forests. Plant Cell and Environment 22: 715 – 740.

Malhi, Y.; O. L. Phillips; T. R. Baker; S. Almeida; T. Frederiksen; J. Grace *et al*. 2002. An international network to understand the biomass and dynamics of Amazonian forests (RAINFOR). Journal of Vegetation Science 13, 439-450.

Malhi Y. & O. L. Phillips. 2004. Tropical forests and global atmospheric change: a synthesis. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences 359 (1443):549-555. doi:10.1098/rstb.2003.1449.

Malhi, Y.; T. R. Baker; O. L. Phillips; S. Almeida; E. Alvarez; L. Arroyo *et al.* 2004. The above-ground wood productivity and net primary productivity of 104 neotropical forests. Global Change Biology, 10: 563-591.

Malhi, Y.; L. Aragão; D. Galbraith; C. Huntingford; R. Fisher; P. Zelazowski; S. Sitch; C. McSweeney & P. Meir. 2009. Exploring the likelihood and mechanism of a climate-change-induced dieback of the Amazon rainforest. Proceedings of the National Academy of Sciences 106 (49): 20610-20615. doi:10.1073/pnas.0804619106.

Mogas, J. & P. Riera. 2004. El valor de la fijación de carbono en los programas de forestación. Ponecia para el II Simposio Internacional Iberoamericano de Gestión y Economía Forestal. Barcelona, 2004. España.

Monteagudo, A.; L. Valenzuela; R. Vásquez; R. Rojas; López-González & O.Phillips. 2014. Primer catálogo de los árboles y afines de la Reserva Comunal El Sira, Perú. Arnaldoa 21 (1): 127 - 164, 201.

Phillips, O. L. & T. R. Baker. 2002. Manual de Campo para el establecimiento y remedición de Parcelas Permanentes. RAINFOR (trad. A. Monteagudo Mendoza) 13 pp. Obtenido el 03 de octubre del 2006 en:

http://www.geog.leeds.ac.uk/projects/rainfor/rainforfieldmanualesp.doc.

Saatchi, S.; R. Houghton; R. Dos Santos Alvala; J. V. Soares & Y. Yu. 2007. Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin. Global Change Biology 13: 816-837.

Terborgh, J. & J. S. Weske. 1975. The Role of Competition in the Distribution of Andean Birds. Ecology, vol. 56, pp. 562-576.

Zelazowski, P.; Y. Malhi; C. Huntingford; S. Sitch & J. B. Fisher. 2011. Changes in the potential distribution of humid tropical forests on a warmer planet. Phil Trans Royal Society London B369, 1934, 137-160.

Arnaldoa 22 (1): 269 - 288, 2015 ISSN: 1815-8242

Estudio exomorfológico y fitoquímico de los bulbos de dos especies endémicas del Perú de la familia Amaryllidaceae

Exomorpholigical and phytochemical screening of the bulbs of two Peruvian endemic species of Amaryllidaceae family


Marilú Roxana Soto Vásquez
Área de Farmacognosia. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional de Trujillo.
Av. Juan Pablo II s/n. Trujillo-Perú
msoto@unitru.edu.pe
Milagros Joselyn Leiva Salinas
Facultad de Medicina Humana, Universidad Privada Antenor Orrego,
Casilla Postal 1075, Trujillo, Perú
mila_j94@hotmail.com

Resumen

Con el propósito de contribuir al conocimiento científico de especies endémicas del Perú, se realizó el estudio exomorfológico y fitoquímico de los bulbos de *Clinanthus microstephium* (Ravenna) Meerow *e Ismenes amancaes* (Ker Gawl.) Herb. (Amaryllidaceae), las cuales fueron recolectadas en los alrededores de los lugares denominados Tablón y Rayanpampa, al oeste de Salpo, provincia Otuzco, región La Libertad, Perú. Las descripciones exomorfológicas se hicieron con plantas *in situ*. El tamizaje fitoquímico se realizó mediante una extracción sucesiva con solventes de polaridad ascendente (diclorometano, etanol y agua), y se procedió a realizar la identificación del tipo cualitativo, haciendo uso de reactivos de coloración y precipitación. Los bulbos de ambas especies presentan una gran variedad de fitoconstituyentes, entre ellos alcaloides, compuestos fenólicos, flavonoides, antocianidinas, triterpenos, esteroides, azúcares reductores, aceites y grasas, aminoácidos, resinas y mucílagos; mientras que solo se encontró lactonas y cumarinas en la especie *Clinanthus microstephium*.

Palabras clave: Amaryllidaceae, bulbos, *Clinanthus microstephium, Ismene amancaes*, fitoquímica.

Abstract

In order to contribute to scientific knowledge of endemic species of Peru, the exomorphological and phytochemical screening of bulbs of *Clinanthus microstephium* (Ravenna) Meerow and *Ismenes amancaes* (Ker Gawl.) Herb. (Amaryllidaceae) was performed, which were collected around places called El Tablón and Rayanpampa, west of Salpo province Otuzco, La Libertad region, Peru. Exomorphological descriptions of plants were done *in situ*. Phytochemical screening was performed by successively extraction using solvents of ascending polarity (dichloromethane, ethanol and water), and proceeded to make the qualitative identification, using coloring and precipitation reagents. It was found a high diversity of phytoconstituents such as alkaloids, phenolic compounds, flavonoids, anthocyanins, triterpenes, steroid, reducing sugars, oils and fats, amino acids, resins and mucilages in bulbs of both species; while lactones and coumarins were found only in the bulbs of Clinanthus microstephium.

Keywords: Amaryllidaceae, bulbs, *Clinanthus microstephium, Ismene amancaes,* , phytochemical.

Introducción

Desde los albores de la humanidad, el hombre ha usado las plantas como un recurso de importancia para cubrir sus necesidades terapéuticas, saber que se ha ido trasmitiendo de generación en generación a tal punto que, según la Organización Mundial de la Salud, alrededor de 80% de la población mundial confía en las plantas para resolver sus problemas de salud (OMS, 2002).

Las plantas elaboran productos denominados fitoconstituyentes, los cuales se pueden dividir en metabolitos primarios y secundarios. Los primeros son abundantes en la naturaleza, se encuentran presentes en grandes cantidades y son indispensables para el desarrollo fisiológico de la planta. Son de fácil extracción y su explotación es relativamente barata, además, estos conducen a la síntesis de los metabolitos secundarios, los cuales son de distribución limitada; aunque más interesantes para la ciencia por sus diversas propiedades biológicas (García, 2008).

En las plantas, los principios activos o fitoconstituyentes, se hallan biológicamente equilibrados por la presencia de sustancias complementarias, que van a potenciarse entre sí, de forma que, no se acumulan en el organismo, y sus efectos indeseables están limitados. Sin embargo, a pesar de que han aumentado las investigaciones y estudios

científicos de las plantas medicinales, aún no se conocen muchos de los principios activos a los que deben las plantas sus extraordinarias cualidades, por lo que, existe una ingente búsqueda de encontrar nuevos principios activos que pueda ser la punta de lanza de nuevos fármacos, y así, satisfacer las necesidades de salud de la población (Torres, 2013).

Dentro de los principales metabolitos podemos encontrar los flavonoides, los cuales son compuestos fenólicos que suelen encontrarse bajo la forma de glucósidos con una o dos unidades de azúcar; las cumarinas, que se presentan a menudo en forma libre, mezcladas o glucósidos. También se encuentran los esteroides, las saponinas triterpenoidales y esteroidales. Los alcaloides, constituyen el grupo más grande de metabolitos secundarios que pueden encontrar en estado libre, como glucósido o formando sales con ácidos (Villar, 1999).

El Perú es considerado el tercer país mega diverso del planeta, lo que implica, que en nuestro territorio existe un gran potencial de estudio de muchas especies vegetales, 50 000 para ser exactos, lo que constituye el 20% de las especies del planeta, de las que, 2 000 han sido utilizadas con fines curativos. Las variadas condiciones climáticas y geográficas que nuestro país ofrece, han permitido que se desarrolle esta gran diversidad de flora, existiendo una gran cantidad de especies conocidas, así como por descubrir (UNIDO, 2006), por lo que, urge la necesidad de estudios preliminares para poder conocer, las que pueden tener potencial terapéutico, por lo que, es necesario estudiarlas y conocer preliminarmente su composición fitoquímica para abrir paso a estudios más profundos que puedan determinar a estas nuevas especies como fuentes potenciales de nuevos fármacos. Realizar el estudio exomorfológico y fitoquímico de los bulbos de dos especies endémicas del Perú de la familia Amaryllidaceae es el principal aporte de este trabajo.

Material y métodos

El material estudiado corresponde a las recolecciones efectuadas desde el año 1999 hasta la actualidad por S. Leiva & M. Leiva (HAO); M. Soto (UNT), en las diversas expediciones en el Norte del Perú, especialmente al Dpto. La Libertad (región La Libertad), Prov. Otuzco, en los alrededores de los lugares denominados Tablón y arriba de Rayanpampa (al oeste de Salpo), a los 8º00'39,9"-8º00'47,0"S S y 78º40'04,1"-78º40'06,5" W, y entre 1927-1981 m de elevación para la especie *C.microstephium*; y en la ruta Tablón-Rayanpampa a 8º01'16,9"S y 78º39'44,0" W, 2121 m de elevación, para *I. amancaes*. Las recolecciones se encuentran registradas principalmente en los herbarios CCSU, CORD, F, HAO, HUT, MO. Paralelo a las recolecciones de herbario se fijó y conservó material en alcohol etílico al 30% o AFA, para realizar estudios en detalle de los órganos vegetativos y reproductivos y para la elaboración de las ilustraciones respectivas. Las descripciones están basadas en caracteres exomorfológicos, que se tomaron *in situ*; se presentan también, fotografías, datos de su distribución geográfica y ecología, fenología, estado actual, nombres vulgares y usos de las especies.

Los acrónimos de los herbarios son citados según Thiers (2013).

Preparación de la muestra

Los bulbos de las especies en estudio fueron seleccionados, lavados y desinfectados con hipoclorito de sodio a 200 ppm. Luego, se cortaron en láminas finas, las que fueron secadas a temperatura

ambiente y posteriormente colocadas en estufa a 40°C por 3 días. Una vez secos, fueron pulverizados en un mortero y tamizados a través del tamiz de malla N° 20. Finalmente, el polvo tamizado de los bulbos fue almacenado en frascos de color ámbar de boca ancha.

Tamizaje fitoquímico

El tamizaje fitoquímico se realizó según el método de Miranda & Cuellar (2002) modificado. Se pesaron exactamente 30 g de cada una de las muestras y, se procedió a la acción extractiva de solventes de polaridad creciente: diclorometano, etanol y agua. La extracción se realizó por maceración de la droga pulverizada, por un tiempo de 48 h. Luego de la preparación de los extractos, se realizaron diferentes ensayos con reacciones químicas de identificación, mediante cambios de color o formación de precipitados, para determinar la presencia de fitoconstituyentes: Alcaloides (Dragendorff, Mayer & Wagner), compuestos fenólicos (cloruro férrico), flavonoides (Shinoda), antocianidinas, catequinas, taninos (gelatina), lactonas y/o cumarinas (Baljet), triterpenos y esteroides (Liebermann-Burchard), cardenólidos (Kedde), quinonas (Borntrager), saponinas (espuma), azúcares reductores (Fehling), aceites y grasas (Sudan III), aminoácidos (Ninhidrina) y resinas.

Resultados y discusión

A. Descripciones exomorfológicas:

1. *Clinanthus* Herb., Appendix 40, 1821.

Hierbas perennes. Hojas sésiles, hasta 50-60 cm de largo; láminas lineares o ensiformes, un nervio principal diferenciado, venación aplanada. Inflorescencias con 2-10 flores, los escapos comprimidos y alados. Flores grandes y vistosas, principalmente rosadas o rojas, a menudo verdes en el ápice, subsésiles o cortamente pediceladas; hypanto infundibuliforme-campanulado, infundibuliforme o tubular, el tubo siempre más largo que el limbo. estambres 6, connados basalmente en una copa estaminal cilíndrica exerta de la garganta del hypanto, la porción libre de los filamentos adheridos al borde de la copa estaminal, a menudo con un apéndice pequeño dentado entre ellos; anteras dorsifijas, 4-esporangiadas, ditécicas, con dehiscencia longitudinal. Ovario ínfero, 3-carpelar, 3-locular, comprimido, numerosos óvulos por lóculo, estilo filiforme, alargado, exerto; estigma capitado. Cápsula loculicida, verde o glauca a la madurez. Semillas numerosas, pardo o negras, planas, ligeramente aladas.

Clinanthus tiene 22 especies originarias especialmente de los Andes. En el Perú habitan unas 14, de ellas 11 son endémicas; destaca en el norte de Perú la especie: *Clinanthus microstephium* (Ravenna) Meerow.

***Clinanthus microstephium* (Ravenna) Meerow**, Syst. Bot. 25: 723, 2000. (Fig. 1-2)

Hierba (30-) 50-60 cm de alto. Raíces numerosas, blanco-cremosas, suculentas, sinuosas, ciliadas, 8-10 cm de longitud. Bulbos globosos, blancos-cremosos, compactos, crasos, 5,5-7 cm de largo por 6-6,2 cm de diámetro; rodeados por varias capas de escamas, catáfilas o binzas, concéntricas, membranáceas, marrón-claro, se desprenden y rompen con facilidad, glabras. Hojas 4, arrosetadas; sésiles; láminas lineares, ligeramente inclinadas o reflexas hacia la superficie abaxial, suculentas, verde-oscuro, lustrosa la superficie adaxial, verde-claro la superficie abaxial, glabras en ambas superficies, aplanadas las nervaduras principales en la superficie abaxial, agudas en el ápice, ligeramente cuneadas en la base, enteras en los bordes,

46-49 cm de largo por 2,7-2,8 cm de ancho. Inflorescencias con 10 flores dispuestas en pseudoumbelas, no sincronizadas; escapo semirrollizo (elíptico en sección transversal), 2 bordes, verde, suculento, lustroso, quebradizo, poroso, terete, glabro en ambas superficies, ligeramente inclinado hacia la superficie abaxial, 51-54 cm de largo; brácteas membranáceas, papiráceas, cremosas o ligeramente amarillentas, glabras que envuelven la base de las flores, marscesentes; pedicelos filiformes ampliándose ligeramente hacia el área distal, verdes, suculentos, glabros, 2-bordes, ligeramente curvado hacia la superficie abaxial, 1,7-1,8 cm de largo. Flores trímeras, actinomorfas, bisexuales. Hipanto homoclamídeo, corolino, infundibuliforme ampliándose ligeramente hacia el área distal, suculento, corolino, rojo-anaranjado externamente, rojizo interiormente, glabro externa e interiormente, 5-costado, 25-27 mm de largo por 9-10 mm de diámetro en el área distal; copa estaminal anular dispuesta en el borde interno del tubo corolino o cerca de la garganta del hipanto, cremoso externa e interiormente, verde-oscuro en el área interlobular, glabro externa e interiormente, suculento, 2-3 mm de largo por 6-7 mm de diámetro, se prolonga en una membrana tubular, membranosa transparente, arrugada que se inserta desde el borde de la copa estaminal hasta la región ventricosa cerca de la base, 23-25 mm de largo por 6-7 mm de diámetro en el área distal; perianto, lóbulos triangulares, verdo-cremoso externa e interiormente, verde-oscuro en los interlóbulos externamente, suculentos, glabros externa e interiormente, 2-2,2 mm de largo por 3-3,2 mm de ancho. Sépalos 3, oblongos o ampliamente triangulares, ligeramente cóncavos, verde el área central con los márgenes anaranjado-rojizo externa e interiormente, apículo en el ápice, glabro en ambas superficies, suculentos, erectos, nunca sobresalientes la nervaduras principales externamente, 12-12,5 (-14) mm de largo por 4,5-5 mm de ancho; 20-22 mm de largo por 6-8 mm de diámetro; 10-14 mm de diámetro del limbo en la antésis. Pétalos 3, oblongos, acuminados en el ápice, verde-oscuro el área central con los márgenes anaranjados externamente, verdoso el área central con los márgenes anaranjados interiormente, glabros en ambas superficies, suculentos, erectos, redondeados en el ápice, nunca revolutos, nunca sobresalientes las nervaduras principales externamente, 10-10,5 (-14) mm de largo por 4,5-5 mm de ancho; 12-13 mm de diámetro del limbo en la antésis. Estambres 6, conniventes, exertos, insertos a 1,3-1,4 mm del borde distal interno del tubo corolino; filamentos estaminales homodínamos; área libre de los filamentos filiformes, blanco-cremosos, glabros, dorsifijos en la hemialtura, adheridos al borde de la copa estaminal, introrsos, 1-1,2 (-4) mm de longitud; área soldada aplanada, cremosa, glabra; anteras lineares, parduzcas o marrón-claro, blanquecino las suturas, sin mucrón apical, glabras, (3-) 7-7,2 mm de largo por 1,8-2 mm de diámetro. Ovario ínfero, piriforme, verde-oscuro, lustroso, glabro, 3-anguloso, 7-8 mm de largo por 4-5 mm de diámetro; estilo incluso, filiforme, torcido, blanco-cremoso, lustroso, glabro, 29-30 (-36) mm de longitud; estigma semigloboso, verde-oscuro, 1,7-2 mm de diámetro. Cápsula erecta, tricoca, verdosa o glauca, 10-11 mm de alto por 19-20 mm de diámetro. Semillas (33-) 36-45 (-58) por cápsula a lo largo de 6 placentas, aplanadas, ligeramente poliédricas, lustroso-brillante, frágiles, negras, glabras, angostamente alada en los bordes, 7-7,2 mm de largo por 4-6,5 mm de diámetro.

Material adicional examinado

PERÚ. **Dpto. La Libertad,** Prov. Otuzco,

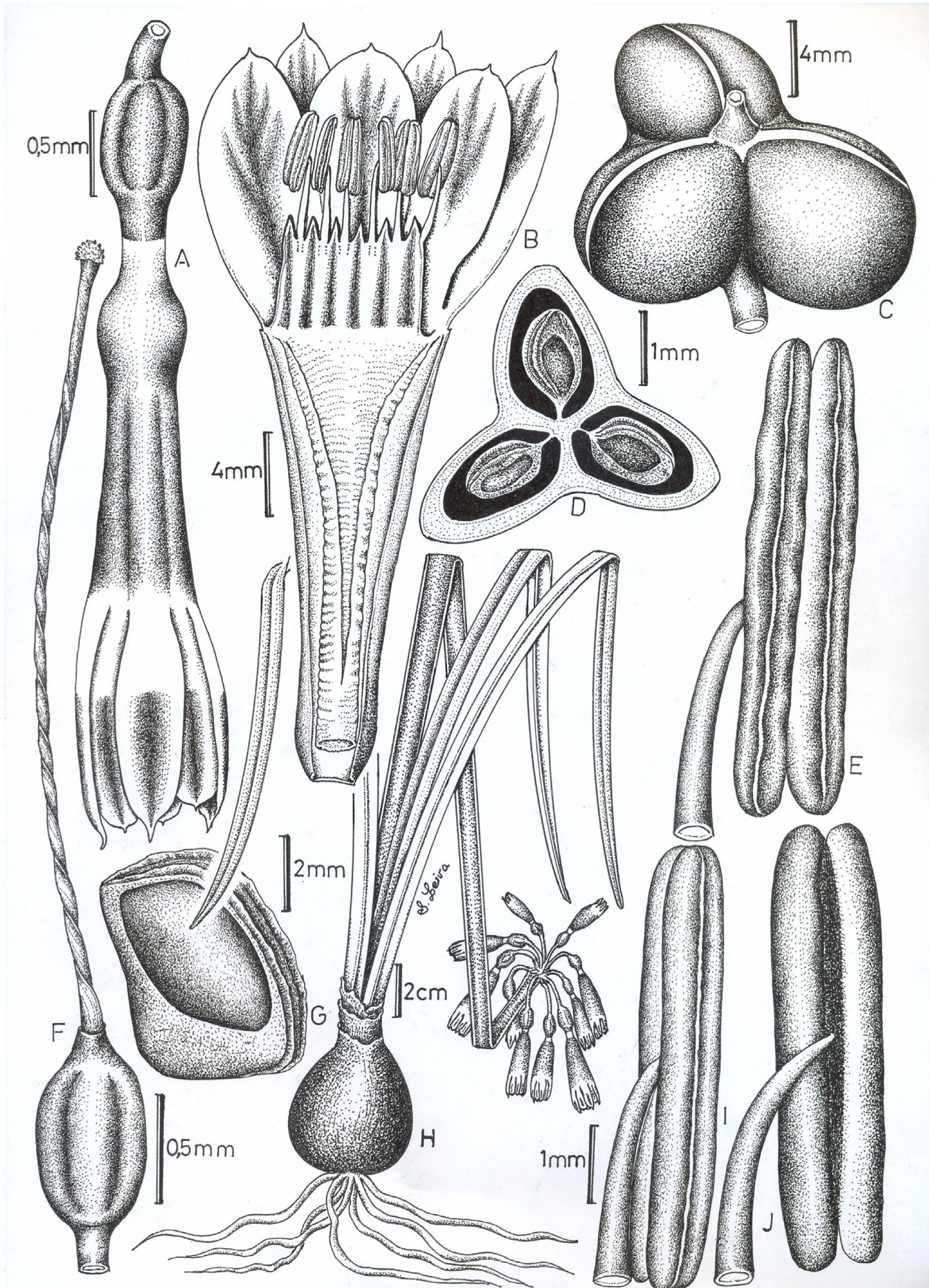


Fig. 1. ***Clinanthus microstephium*** **(Ravenna) Meerow**, A. Flor en antésis; B. Flor desplegada; C. Cápsula; D. Cápsula en sección transversal; E. Antera en vista ventral; F. Gineceo; G. Semilla; H. Rama florífera; Antera en vista lateral; J. Antera en vista dorsal. (Dibujado de S. Leiva & M. Leiva 5717,HAO)



Fig. 2. ***Clinanthus microstephium*** **(Ravenna) Meerow**, A. Rama florífera; B. Inflorescencia; C. Rama mostrando un bulbo; D. Bulbo (Fotografías de S. Leiva & M. Leiva 5717,HAO)

Distrito Salpo, El Tablón-Rayampampa, 8º00’39,9”S y 78º40’04,1” W, 1927 m, 18-I-2015, *S. Leiva & M. Leiva 5703* (HAO, HUT).- Rayanpampa-El Tablón, 8º00’47,0”S y 78º40’06,5” W, 1981 m, 31-I-2015, *S. Leiva, M. Leiva & M. Soto, 5705* (HAO, HUT), Rayanpampa-El Tablón, 8º00’47,0”S y 78º40’06,5” W, 1861, 14-II-2015, *S. Leiva & M. Leiva 5716* (HAO)-Alrededores del Tablón, 8º00’47,0”S y 78º40’06,5” W, 1981 m, 14-II-2015; , *S. Leiva & M. Leiva 5717* (CCSU, CORD, F, HAO, HUT, MO). A 5 minutos desde el Puente Casmiche hacia Salpo, 8º19’44,2”S y 78º58’39,0” W, 2008, *S. Leiva, B. Gonzáles & T. Bos, 5832* (HAO).

Distribución y ecología: Especie con distribución limitada y aparentemente endémica a la zona de recolección en donde es abundante. A pesar de haberse efectuado recolecciones aledañas, solamente a sido encontrada en la ruta entre El Tablón y Rayampampa (al oeste de Salpo), Distrito Salpo, Prov. Otuzco, Dpto. La Libertad, Perú, entre los 8º00’39,9”-8º00’47,0”S y 78º40’04,1”-78º40’06,5” W, entre los 1927-1981 m de elevación, como un integrante de la vegetación herbácea y arbustiva de los bordes de camino, prefiere suelos húmedos, tierras negras con abundante humus, entre rocas, y vive asociada con plantas de *Eriotheca ruizi* (K. Schum.) A. Robyns “pate” (Malvaceae); *Caesalpinia spinosa* (Feuillée ex Molina) Kuntze “taya” (Malvaceae); *Carica candicans* A. Gray “papaya silvestres” “odeque” (Caricaceae); *Apodanthera ferreyrana* Mart. Crov. “chiclayito” (Cucurbitaceae); *Lycianthes lycioides* (L.) Hassl. “tomatito del valle”, *Nicandra physalodes* (L.) Gaertn. “capulí cimarrón”; *Nicandra john-tyleriana* S. Leiva & Pereyra “capulí cimarrón” (Solanaceae), entre otras.

Fenología: Es una especie perenne, que brota con las primeras lluvias de noviembre o diciembre, para luego florecer y fructificar desde el mes de enero hasta finales de marzo.

Estado actual: Utilizando los criterios del IUCN (IUCN 2012) *C. microstephium* es considerada en peligro crítico (CR). La extensión de su rango de distribución es de un radio menor a 100 km^2 en los alrededores del lugar denominado, arriba de Rayanpampa (ruta Salpo-Rayanpampa), siendo ésta la única localidad donde se ha recolectado (Criterio B1). Asimismo, se han encontrado menos de 100 individuos maduros en la población (Criterio D), siendo influenciada directamente por el centro urbano que transita por la ruta entre Salpo hacia Rayampampa o Platanar. Sin embargo, no se ha evaluado si existe una declinación del rango de distribución y del área de ocupación, siendo de necesidad urgente de un estudio en profundidad de la ecología, estructura poblacional y distribución de esta especie, para esclarecer su estado de conservación.

Nombre vulgar: “cebolla de gallinazo” (En boleta, S. Leiva & M. Leiva 5717, HAO)

Usos: Las plantas muy bien pueden ser usadas en floricultura, por los intensos colores anaranjado-rojizas de sus flores.

2. *Ismene Salisb.* ex Herb., Appendis 45, 1821.

Hierba de 30-40 (-60) cm de alto. Raíces numerosas, blanco-cremosas, suculentas, sinuosas, 20-30 cm de longitud. Bulbos globosos, blanco-cremosos, compactos, crasos; rodeados por varias capas de escamas, catáfilas o binzas, concéntricas, membranáceas o cartáceas, marrones-claro, se desprenden y rompen con facilidad, glabras. Hojas arrosetadas; sésiles; láminas lineares o ensiformes, ligeramente inclinadas o reflexas hacia la superficie

abaxial, suculentas, verde-oscuro, lustrosa la superficie adaxial, verde-claro la superficie abaxial, glabras en ambas superficies, ligeramente sobresalientes las nervaduras principales en la superficie abaxial, agudas en el ápice, ligeramente cuneadas en la base, enteras en los bordes. Inflorescencias con 3-6 flores dispuestas en pseudoumbelas, no sincronizadas; escapo semirrollizo (elíptico en sección transversal), 2 bordes, verde, suculento, lustroso, quebradizo, poroso, glabro en ambas superficies, erecto; brácteas membranáceas, papiráceas, cremosas o ligeramente amarillentas, glabras que envuelven la base de las flores, marscesentes; pedicelos trígonos ampliándose ligeramente hacia el área distal, verdes, suculentos, glabros, lustrosos, 2-bordes, ligeramente curvado hacia la superficie abaxial. Flores trímeras, actinomorfas, bisexuales; hypanto homoclamídeo, corolino, infundibuliforme ampliándose ligeramente hacia el área distal, verde externamente, verdoso interiormente, suculento, glabro externa e interiormente, 5-costado, ligeramente curvado hacia la superficie abaxial. Sépalos 3, largamente triangulares, amarillo-intenso y verde-intenso en el área distal externa e interiormente, glabros externa e interiormente, membranáceos o ligeramente suculentos, reflexos o involutos en el ápice;. Pétalos 3, largamente triangulares, amarillo-intenso externa e interiormente, verde el ápice externamente, glabros externa e interiormente, membranáceos o ligeramente suculentos, erectos, nunca reflexos, nunca revolutos en los bordes, ligeramente sobresalientes las nervaduras principales. paracorola crateriforme o ligeramente campanulada, suculenta, amarillo-intenso externa e interiormente, nervaduras principales verde-intenso interiormente, glabra externa e interiormente, fimbriada en el borde. Estambres 6, nunca conniventes, inclusos, insertos en ¼ distal del interior de la paracorola; filamentos estaminales homodínamos; área libre de los filamentos filiformes ampliándose ligeramente hacia el área basal, amarillos, glabros, erectos, introrsos, lustrosos, dorsifijos; área soldada aplanada, verde-intenso, glabra, lustrosa; anteras lineares, ligeramente curvadas, amarillo, sin mucrón apical, glabras. Ovario ínfero, piriforme o cónico, trígono, verde-oscuro, lustroso, glabro; estilo exerto, filiforme ampliándose ligeramente hacia el área distal, verdoso, lustroso, glabro; estigma semigloboso, verde-oscuro, con pelos o papilas, suculento. Cápsula erecta, tricoca, verdosa (inmadura) o glauca. Semillas numerosas por cápsula a lo largo de 6 placentas, aplanadas, ligeramente poliédricas, lustroso-brillante, frágiles, negras, glabras, angostamente alada en los bordes.

Ismene tiene 10-14 especies originarias de los Andes. En el Perú habitan 10 especies, de ellas 8 son endémicas; destaca en el Norte de Perú *I. amancaes* (Ker Gawl.) Herb., App. Bot. Reg. 46, 1821, "amancay".

***Ismene amancaes* (Ker Gawl.) Herb.**, App. Bot. Reg. 46, 1821, (Fig. 3)

Hierba de 30-40 (-60) cm de alto. Raíces numerosas, blanco-cremosas, suculentas, sinuosas, ciliadas, 20-30 cm de longitud. Bulbos globosos, blanco-cremosos, compactos, crasos, 7-7,5 cm de largo por 6-6,5 cm de diámetro; rodeados por varias capas de escamas, catáfilas o binzas, concéntricas, membranáceas o cartáceas, marrones-claro, se desprenden y rompen con facilidad, glabras. Hojas arrosetadas; sésiles; láminas lineares o ensiformes, ligeramente inclinadas o reflexas hacia la superficie abaxial, suculentas, verde-oscuro, lustrosa la superficie adaxial, verde-claro la superficie abaxial, glabras

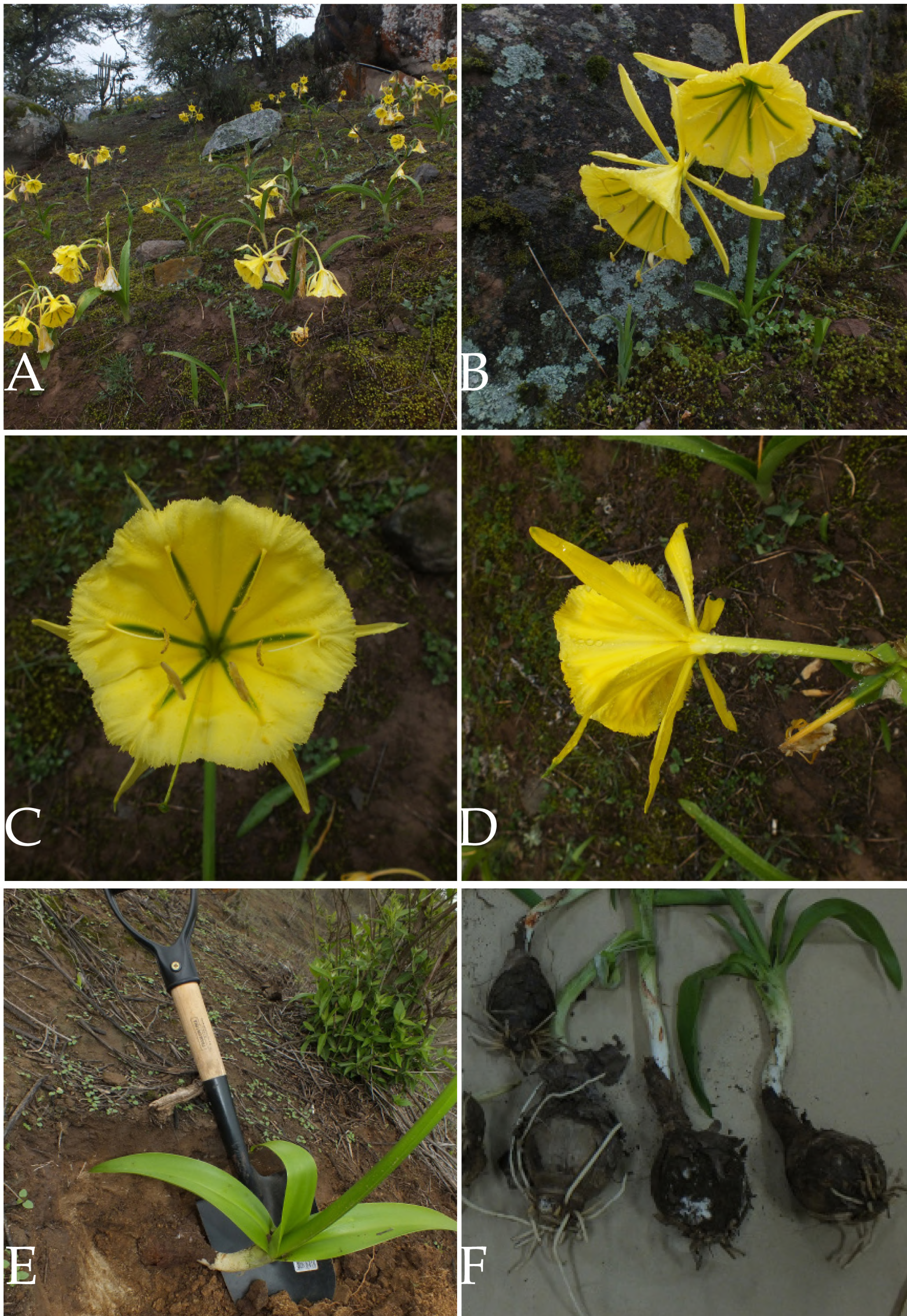


Fig. 3. ***Ismene amancaes***, A. Población en antésis; B. Planta en antésis; C. Flor en antésis vista interna; D. Flor en antésis vista externa; E. Extracción de un bulbo; F. Bulbos (Fotografías de S. Leiva & M. Leiva 5703,HAO)

en ambas superficies, ligeramente sobresalientes las nervaduras principales en la superficie abaxial, agudas en el ápice, ligeramente cuneadas en la base, enteras en los bordes, 30-35 (-40) cm de largo por 4,8-5 cm de ancho. Inflorescencias con 3-6 flores dispuestas en pseudoumbelas, no sincronizadas; escapo semirrollizo (elíptico en sección transversal), 2 bordes, verde, suculento, lustroso, quebradizo, poroso, glabro en ambas superficies, erecto, 25-28 cm de largo; brácteas membranáceas, papiráceas, cremosas o ligeramente amarillentas, glabras que envuelven la base de las flores, marscesentes; pedicelos trígonos ampliándose ligeramente hacia el área distal, verdes, suculentos, glabros, lustrosos, 2-bordes, ligeramente curvado hacia la superficie abaxial, 0,8-1,2 cm de largo. Flores trímeras, actinomorfas, bisexuales. Hipanto homoclamídeo, corolino, infundibuliforme ampliándose ligeramente hacia el área distal, verde externamente, verdoso interiormente, suculento, glabro externa e interiormente, 5-costado, ligeramente curvado hacia la superficie abaxial, 8,5-8,7 cm de largo por 1-1,2 cm de diámetro en el área distal. Sépalos 3, largamente triangulares, amarillo-intenso y verde-intenso en el área distal externa e interiormente, glabros externa e interiormente, membranáceos o ligeramente suculentos, reflexos o involutos en el ápice, 7,5-7,8 cm de largo por 8,5-8,6 cm de ancho; 9-10 cm de diámetro del limbo en la antésis. Pétalos 3, largamente triangulares, amarillo-intenso externa e interiormente, verde el ápice externamente, glabros externa e interiormente, membranáceos o ligeramente suculentos, erectos, nunca reflexos, nunca revolutos en los bordes, ligeramente sobresalientes las nervaduras principales, 7,4-7,6 cm de largo por 1-1,2 cm de ancho. 9-10 cm de diámetro del limbo en la antésis. Paracorola crateriforme o ligeramente campanulada, suculenta, amarillo-intenso externa e interiormente, nervaduras principales verde-intenso interiormente, glabra externa e interiormente, fimbriada en el borde, 6-6,2 cm de largo por 8,5-9 cm de diámetro. Estambres 6, nunca connivente, inclusos, insertos a 5,3-5,5 cm o en ¼ distal del interior de la paracorola; filamentos estaminales homodínamos; área libre de los filamentos filiformes ampliándose ligeramente hacia el área basal, amarillos, glabros, erectos, introrsos, lustrosos, dorsifijos, 1,9-2,1 cm de longitud; área soldada aplanada, verde-intenso, glabra, lustrosa; anteras lineares, ligeramente curvadas, amarillo, sin mucrón apical, glabras, 11-12 mm de largo por 2-2,2 mm de diámetro. Ovario ínfero, piriforme o cónico, trígono, verde-oscuro, lustroso, glabro, 1,5-1,7 cm de largo por 0,8-0,9 cm de diámetro; estilo exerto, filiforme ampliándose ligeramente hacia el área distal, verdoso, lustroso, glabro, 15,8-15,9 cm de longitud; estigma semigloboso, verde-oscuro, con pelos o papilas, suculento, 2,4-2,6 mm de diámetro. Cápsula erecta, tricoca, verdosa (inmadura) o glauca, 2,3-2,5 cm de alto por 1,8-2 cm de diámetro. Semillas numerosas por cápsula a lo largo de 6 placentas, aplanadas, ligeramente poliédricas, lustroso-brillante, frágiles, negras, glabras, angostamente alada en los bordes, 17-18 mm de largo por 7-7,3 mm de diámetro.

Material adicional examinado

PERÚ. **Dpto. La Libertad**, Prov. Otuzco, Distrito Salpo, El Tablón-Rayampampa, 8º01’16,9”S y 78º39’44,0” W, 2121 m, 18-I-2015, *S. Leiva & M. Leiva 5702* (CCSU, CORD, F, HAO, HUT, MO).- Rayanpampa-El Tablón, 8º01’16,9”S y 78º39’44,0” W, 2121 m, 31-I-2015, *S. Leiva, M. Leiva & M. Soto 5704* (HAO, HUT).-El Tablón, 8º01’16,7”S

y 78º39'52,5" W, 14-II-2015, *S. Leiva 5715* (HAO).

Distribución y ecología: Especie con distribución limitada y aparentemente quedarían los últimos refugios de esta especie en el Perú; es la única área donde vive en el Dpto. La Libertad, en la cual es abundante. A pesar de haberse efectuado recolecciones aledañas, solamente a sido encontrada en la ruta entre El Tablón y Rayampampa (al oeste de Salpo), Distrito Salpo, Prov. Otuzco, Dpto. La Libertad, Perú, alrededor de los 8º01'16,9"S y 78º39'44,0" W, y los 2121 m de elevación, como un integrante de la vegetación herbácea y arbustiva de los laderas, bordes de caminos, entre rocas, prefiere suelos húmedos, tierras negras con abundante humus, y vive asociada con plantas de *Eriotheca ruizi* (K. Schum.) A. Robyns "pate" (Malvaceae); *Caesalpinia spinosa* (Feuillée ex Molina) Kuntze "taya" (Malvaceae); *Carica candicans* A. Gray "papaya silvestres" "odeque" (Caricaceae); *Apodanthera ferreyrana* Mart. Crov. "chiclayito" (Cucurbitaceae); *Lycianthes lycioides* (L.) Hassl. "tomatito del valle", *Nicandra physalodes* (L.) Gaertn. "capulí cimarrón"; *Nicandra john-tyleriana* S. Leiva & Pereyra "capulí cimarrón" (Solanaceae), entre otras.

Fenología: Es una especie perenne, que brota con las primeras lluvias de noviembre o diciembre, para luego florecer y fructificar desde el mes de enero hasta finales de febrero.

Estado actual: Utilizando los criterios del IUCN (IUCN 2012) *I. amancaes* es considerada en peligro crítico (CR). La extensión de su rango de distribución es de un radio menor a 100 km^2 en la ruta El Tablón hacia Rayampampa (en la ruta Salpo-Rayampampa), siendo ésta la única localidad donde se ha recolectado el el Dpto. La Libertad (Criterio B1). Asimismo, se han encontrado unos 100 individuos maduros en la población (Criterio D), siendo influenciada directamente por el centro urbano que transita por la ruta entre Salpo hacia Rayampampa o Platanar. Sin embargo, no se ha evaluado si existe una declinación del rango de distribución y del área de ocupación, siendo de necesidad urgente de un estudio en profundidad de la ecología, estructura poblacional y distribución de esta especie, para esclarecer su estado de conservación.

Nombre vulgar: "amancae", "cebolla de gallinazo" (En boleta, S. Leiva & M. Leiva 5703, HAO)

Usos: Las plantas muy bien pueden ser usadas en floricultura, por los intensos colores amarillo-intenso de sus flores.

B. Resultados fitoquímicos

El screening o tamizaje fitoquímico es una etapa inicial y primordial para la investigación fitoquímica, debido a que permite determinar cualitativamente los principales grupos de constituyentes químicos presentes en una determinada especie vegetal, y a partir de allí, orientar la extracción y/o fraccionamiento de los extractos para el aislamiento de los metabolitos de mayor interés (Lock, 1994).

En la tabla 1, se muestran los resultados del tamizaje fitoquímico realizado a los bulbos de las especies de *C. microstephium* e *I. amancaes*, notándose una gran variedad de fitoconstituyentes, entre ellos, alcaloides que se evidenciaron en los extractos etanólicos y acuoso de ambos bulbos, siendo de alta a moderada intensidad en la especie de *I. amancaes*, y de poca intensidad para *C. microstephium*. Para la identificación de estos compuestos, se realizaron ensayos con los reactivos de Dragendorff, Mayer

Tabla 1. Tamizaje fitoquímico de los bulbos de *Clinanthus microstephium* (Ravenna) Meerow e *Ismene amancaes* (Ker Gawl.) Herb. (Amaryllidaceae)

Fitoconstituyentes	Ensayo	*Ismene amancaes*			*Clinanthus microstephium*		
		ED	EE	EA	ED	EE	EA
Alcaloides	Dragendorff	-	+++	++	-	+	+
	Mayer	-	+++	++	-	+	+
	Wagner	-	+++	++	-	+	+
Compuesto fenólicos	Cloruro férrico		++			++	
Flavonoides	Shinoda		+	+		+	+
Antocianidinas	Antocianidina		+			+	
Catequinas	Catequinas		-			-	
Taninos	Gelatina-sal			-			-
Lactonas y/o cumarinas	Baljet		-			+	
Triterpenos y Esteroides	Lieberman-Buchard	+	+		+	+	
Cardenólidos	Kedde		-			-	
Quinonas	Bornträger		-			-	
Saponinas	Espuma		-	-		-	-
Azúcares reductores	Fehling		+	+		+	+
Aceites y grasas	Sudan III	+			+		
Aminoácidos	Ninhidrina		+			+	
Resinas	Resinas		+			+	
Mucílagos	Mucílagos			+			+

LEYENDA: Los espacios en blanco significan que estos ensayos no se realizaron al extracto

ED: Extracto de diclorometano; EE: Extracto etanólico; EA: Extracto acuoso

Intensidad: (+): poca; (++): moderada; (+++): alta.

Identificación: (+): presencia (-): ausencia

& Wagner, los que produjeron con las sales de estos compuestos, precipitados de color rojo anaranjado, blanco lechoso y marrón respectivamente (Miranda & Cuéllar, 2000). Esta familia se caracteriza por tener alcaloides del tipo isoquinolina, los cuales se constituyen en sus marcadores quimiotaxónomicos (Cabezas *et al*., 2010).

Se han encontrado una amplia gama de actividades farmacológicas de estos compuestos. Algunos estudios *in vitro* demuestran que poseen actividad antiviral (Ieven *et al*., 1982), antibacterial (Cheesman *et al*., 2012), antiparasitaria (Sener *et al*., 2003), antimalárica (Nair *et al*., 2000). Asimismo, otros estudios demuestran que el alcaloide licorina, posee un efecto anticancerígeno (Lamoral-Theys *et al*., 2009) demostrándose que este compuesto puede combatir células cancerígenas modificando la actina del citoesqueleto de estas células, alterando así su migración y proliferación. Otro alcaloide aislado de los bulbos de las especies de Amaryllidaceae es la galantamina, que al usarse como tratamiento es bien tolerado en pacientes con enfermedad de

Alzheimer leve a moderadamente grave y ha demostrado efectividad cognitiva, funcional y conductual en la práctica clínica habitual (Blesa *et al*., 2006). Estos alcaloides se originan como consecuencia de una sobreproducción del aminoácido tirosina, componente substancial en la biosíntesis de estos compuestos, la cual se cree tiene lugar en los bulbos de estas especies, debido a que es donde se encuentran en mayor concentración los alcaloides (Bergoñón, 1994).

Otro grupo de compuestos bioactivos hallados en los bulbos estudiados son los compuestos fenólicos, que se evidenciaron con la aparición de color verde al reaccionar con cloruro férrico (Miranda & Cuellar, 2002). Estos son un grupo de sustancias que poseen en común un anillo aromático con uno o más sustituyentes hidroxilos, que se encuentran frecuentemente como glicósidos, combinados con unidades de azúcar. Dentro de este grupo, están los flavonoides los cuales dieron reacción positiva en ambas especies al reaccionar con el reactivo de Shinoda. En la reacción de Shinoda, el magnesio metálico es oxidado por el HCl concentrado, dando como productos al H_2 que es eliminado en forma de gas, y al $MgCl_2$ el cual forma complejos con los flavonoides dando las coloraciones características. Como características generales de estos compuestos, debemos señalar, su solubilidad en agua y etanol, su carácter fenólico y su intensa absorción en la región ultravioleta y visible del espectro debido a la presencia de sistemas aromáticos conjugados; de allí, el fundamento por el cual se identificó en el extracto acuoso y etanólico de 70º y no en el extracto diclorometánico (Miranda & Cuellar, 2001). El ensayo para antocianidinas resultó positivo y con la misma intensidad para ambas especies. Esto se fundamenta en que los antocianósidos, debido al núcleo del flavilio, son muy inestables en disoluciones acuosas, lo que se manifiesta por cambio de coloración de las mismas en función del potencial del ion hidrogenión (pH): en medio ácido predomina el ion flavilio (rojo), en medio neutro o ligeramente ácido predomina la base libre (Barahona & Rivera, 2006).

En los estudios de bulbos de especies de la familia Amaryllidaceae, se han reportado la presencia de diversos compuestos fenólicos con una amplia gama de propiedades terapéuticas e industriales, como es el caso del ácido hidroxibenzóico, que es un ácido fenólico utilizado como conservante, debido a sus propiedades fungicidas y bactericidas; el floroglucinol que es un trifenol usado en síntesis de explosivos y fármacos, y terapéuticamente como miorelajante (Bonkanka, 2007), además del allixin, compuesto con propiedades antivirales, antiinflamatorias y antioxidantes (García & Sánchez, 2000). También, se han hallado flavonoides como la quercetina en los bulbos del "ajo" que le confieren efectos benéficos para el asma y alergias (Córdova, 2010), y kaempferol en los bulbos de la "cebolla", el cual posee propiedades antioxidantes y anticancerígenas (Bilyk *et al*., 1984; Murphy *et al.,* 2007).

Las lactonas y cumarinas solamente fueron encontradas en la especie *C. microstephium.* Estos metabolitos, son potentes anticoagulantes y bactericidas, los cuales dieron reacciones positivas con Baljet, dando coloración roja. Además, se han reportado que estos compuestos poseen actividades antioxidantes, antiinflamatorias, antialérgicas, hepatoprotectoras y anti HIV (Kostova *et al*., 2006).

Por otro lado, se encontraron triterpenos y esteroides en ambas especies, los cuales

al dar una coloración azul verdosa con el reactivo de Lieberman-Burchard, indicaron un ensayo positivo. La reacción de Liebermann-Burchard es típica de los esteroides que contienen dos dobles enlaces conjugados en un mismo anillo, en dos anillos adyacentes o un doble enlace de un anillo adyacente con un grupo hidroxilo. La reacción debe realizarse en un medio absolutamente anhidro, ya que, al existir moléculas de agua estas reaccionan con el anhídrido acético, anulando de esta manera, la reacción con el núcleo esteroidal o triterpenoide (Valencia, 1995). El diclorometano solubiliza a la muestra favoreciendo la captación de alguna molécula de agua presente, y el ácido sulfúrico favorece la deficiencia electrónica del anhídrido acético, el cual es estabilizado por los electrones de los dobles enlaces (dienos) conjugados, dando de esta manera, la coloración respectiva (Ganoza, 2001). En relación a estos compuestos, también han sido hallados en los bulbos de otras especies de esta familia como *C. jagus.* (Akintola *et al.*, 2013) y *C. purpurascens;* siendo los esteroides en las hojas de esta última especie, agentes antibacterianos más activos que los alcaloides contra bacterias como *E. coli, P. aeruginosa, S. aureus, K. pneumoniae*, y *S. typhi* (Nkanwen *et al.*, 2009).

También, el ensayo para identificar los azúcares reductores, resultó positivo en los extractos etanólicos y acuosos en ambas especies. Esto se justifica, debido a que los azúcares se caracterizan por ser altamente polares, a consecuencia del marcado número de grupos hidroxilo (OH) que poseen. En el ensayo se emplearon diferentes reactivos; el llamado Fehling A, que es una solución acuosa de sulfato de cobre (II) y el Fehling B, que contiene hidróxido de sodio y tartrato de sodio y potasio. La función de este último, es formar un quelato con el Cu^{2+} y evitar que este sea precipitado por lo iones de hidróxido. Al mezclarlos, se genera el tartrato de cobre (II) que reacciona con la forma abierta del azúcar reductor, específicamente con el grupo aldehído (que en las 2-hidroxicetonas, puede producirse por una tautomería). Como productos se va a llevar a la oxidación del grupo aldehído, hacia el carboxílico correspondiente y un metal con su mínimo estado positivo de oxidación (Cu^{1+}). Esta peculiar forma del metal, se caracteriza por presentar un color rojo-ladrillo, característico de una reacción positiva para dicho ensayo (Martínez, 1991; Lock, 1994). Del mismo modo, también se encontraron azúcares reductores en los bulbos *Crinum defixum,* especie perteneciente a las Amarilidáceas (Shilpa *et al.*, 2012).

El reactivo Sudán III, es utilizado fundamentalmente para detectar la presencia de lípidos en una muestra, encontrándose reacciones positivas con la característica coloración rojiza en los extractos de diclorometano de las especies analizadas. Esto se debe, a que el compuesto Sudán III, por su baja polaridad, es más soluble en los lípidos que en el solvente utilizado para su disolución (etanol). Ello, gracias a las interacciones intermoleculares de tipo puente H y de London (cadena hidrocarbonada) entre los lípidos y dicho reactivo. También, se han encontrado lípidos en los bulbos de otras especies de diferente género, pero, de la misma familia (Ganiya *et al.*, 2011).

Además, otros de los fitoconstituyentes encontrados fueron los aminoácidos, cuya identificación se realizó mediante el ensayo de ninhidrina, los cuales dieron color azul violáceo. La reacción del grupo amino con ninhidrina, es quizás la más empleada en el reconocimiento y determinación de aminoácidos. En esta

reacción, cada equivalente de aminoácidos consume dos equivalentes de ninhidrina. El primer equivalente, sirve para oxidar el aminoácido y el segundo reacciona con el NH_3 y la ninhidrina reducida (hidridaintina) formados en la reacción anterior para dar un compuesto coloreado característico. Los aminoácidos libres constituyen el grupo de los aminoácidos no proteicos. Estos se caracterizan por ser de mediana a elevada polaridad, debido, a que poseen grupos amino y carboxilo, los cuales le confieren la polaridad relativa, lo que explicaría su presencia en este extracto etanólico. Estos compuestos, son importantes para el crecimiento y desarrollo de la planta; así como, para aliviar el estrés vegetal provocado por el exceso o falta de agua, viento, calor, frío, granizo, salinidad, entre otros. Asimismo, otras especies de esta familia denotan la presencia de estos metabolitos (Shilpa *et al.*, 2012); aunque también, existen algunos bulbos donde los aminoácidos no se encuentran presentes como es el caso de *C. ornatum* (Oloyede & Yunus, 2011).

Finalmente, se encontró resinas en los extractos etanólicos estudiados y mucilagos en los extractos acuosos. Estos metabolitos se encuentran presentes en otras especies de la misma familia vegetal, como es el caso, de la oleorresina del "ajo", la cual posee una importancia comercial e industrial (Cardona & González, 2007); sin embargo, en relación a los mucilagos, algunas especies denotan la presencia de estos (Patel *et al.*, 2010) lo que coincide, con el presente trabajo, no obstante, en otras no se detectaron estos fitoconstituyentes en sus bulbos (Ode *et al.*, 2010); podría deberse esto, a aspectos edáficos o propiamente génicos.

La amplia gama de compuestos encontrados, prevén el potencial terapéutico de estas especies, para lo cual, se necesitan estudios farmacológicos más profundos para posteriormente identificar, aislar, purificar y caracterizar los metabolitos responsables de sus actividades biológicas más sobresalientes.

Conclusiones

- Se realizó para el país, las primeras descripciones exomorfológicas detalladas *in situ* de *Clinanthus microstephium* (Ravenna) Meerow e *Ismenes amancaes* (Ker Gawl.) Herb (Amarylliadaceae) dos especies endémicas del Perú.

- Los bulbos de *Clinanthus microstephium* (Ravenna) Meerow e *Ismenes amancaes* (Ker Gawl.) Herb (Amarylliadaceae), presentan una gran variedad de fitoconstituyentes, entre los que destacan: alcaloides, compuestos fenólicos, flavonoides, antocianidinas, triterpenos, esteroides, azúcares reductores, aceites y grasas, aminoácidos, resinas y mucílagos en ambas especies y lactonas y cumarinas solo en *Clinanthus microstephium.*

Agradecimientos

Nuestra gratitud a las autoridades de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, por su constante apoyo y facilidades para la realización de las expediciones botánicas. Nuestro especial agradecimiento al Dr. Alan W. Meerow de la Unidad de Genética Vegetal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos(USDA) con sede en Miami (USA) quien ha confirmado la determinación de las dos especies estudiadas. Al Prof. Segundo Leiva González, Director del Museo de Historia Natural y Cultural de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, Perú, por su apoyo en la conducción de las exploraciones botánicas.

Literatura citada

Akintola, A. O.; A. O. Kehinde; O. E. Adebiyi & O. G. Ademowo. 2013. Anti-tuberculosis activities of the crude methanolic extract and purified fractions of the bulb of *Crinun jagus*. Niger. J. Physiol. Sci. 28(2):135-140.

Barahona, C. & M. Rivera. 2006. Obtención de indicadores ácido – base a partir de cáscara de *Phaseolus vulgaris* (fríjol negro). Tesis de licenciatura. Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador. San Salvador. El Salvador.

Bergoñon, S. 1994. Aislamiento y caracterización química de alcaloides del tipo amaryllidaceae: producción de galantamina por cultivos *in vitro* de *Narcissus confusus*. Tesis doctoral. Unidad de Fisiología Vegetal. Facultad de Farmacia. Barcelona. España.

Bilyk, A.; P. Cooper & M. Sapers. 1984. Varietal differences in distribution of Quercetin and Kaempferol in Onion (*Allium cepa* L.) tissue. J. Agric. Food Chem. 32(2):274-276.

Blesa, R.; G. García Ribas; L. Galdós; J. Olascoaga; G. Amer; J. Marey; M. Barquero; C. Marsall & D. Ezpeleta. 2006. Estudio observacional sobre seguridad, tolerabilidad y efectividad de la galantamina en pacientes con enfermedad de Alzheimer leve a moderadamente grave. Neurología, 20 (6): 289-296.

Bonkanka, C. 2007. Evaluación farmacológica de terpenos y flavonoides de origen vegetal. Tesis doctoral. Universidad de la Laguna. Canarias. España.

Cabezas, F.; J. Argoti, & S. Martínez. 2010. Alcaloides y actividad biológica en *Eucharis amazonica, E. grandiflora,Caliphruria subedentata* y *Crinum kunthianum*, especies colombianas de Amaryllidaceae. Scientia et Technica Año XIII, No 33. 237-241.

Cardona, L. & P. Pareja. 2007. Obtención y caracterización de la oleorresina del ajo. Tesis de grado. Escuela de Química. Facultad de Tecnología. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira. Colombia.

Cheesman, L.; J. J. Nair & J. van Staden. 2012. Antibacterial activity of crinane alkaloids from Boophonedisticha (Amaryllidaceae). Journal of Ethnopharmacology; 140 (2): 405-408.

Córdova, M. A. 2010. Extracción y purificación de alicina a partir de ajo (*Allium sativum* L.): implicaciones analíticas. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca. México.

Ganoza, M. 2001. Fundamentación química de las reacciones de coloración y precipitación en la identificación de metabolitos secundarios de plantas medicinales. Tesis. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo:8-10.

García, J.; & F. Sánchez. 2000. Efectos cardiovasculares del ajo (*Allium sativum*). Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 50 (3): 219-229.

García, R. 2008. Diferencias entre metabolismo primario y secundario. Universidad Autónoma Chapingo. México. [en internet] 2008 [Fecha de acceso: 5 de noviembre del 2010]. Disponible en: http://bioquimvegrosgar.wordpress.com/category/investigacion-metabolismo-primario/

Ieven, M.; A. J. Vlietinck; D. A. VandenBerghe; J. Totte; R. Dommisse; E. Esmans & F. Alderweireldt. 1982. Plant antiviral agents. III. Isolation of alkaloids from *Clivia miniata* Regel (Amaryllidaceae). J. Nat. Prod., 45 (5): 564-73.

Kostova, I.; S. Raleva; P. Genova & R. Argirova. 2006. Structure-activity relationships of synthetic coumarins as HIV-1 inhibitors. Bioionorg. Chem. Applic. 2006(68274):1-9,

Lamoral-Theys, D.; A. Andolfi; G. Van Goietsenoven; A. Cimmino; B. Le Calvé; N. Wauthoz; V. Mégalizzi; T. Gras; C. Bruyère; J. Dubois; V. Mathieu; A. Kornienko; R. Kiss & A. Evidente. 2009. Lycorine, the Main Phenanthridine Amaryllidaceae Alkaloid, Exhibits Significant Anti-Tumor Activity in Cancer Cells tha Display Resistance to Proapoptotic Stimuli: an Investigation of Structure-Activity Relationship and Mechanistic Insight. J. Med. Chem., 52 (20): 6244-6265.

Lock, O. 1994. Investigación Fitoquímica: Métodos en el estudio de productos naturales. 2ª. Ed. Fondo Editorial, PUCP, Lima, Perú.

Martínez, A. 1991. Farmacognosia y fitoquímica experimental. Universidad de Antioquia. Medellín.

Miranda, M. & A. Cuellar. 2001. Farmacognosia y productos naturales. 1era ed. Edit. Félix Varela. La Habana, Cuba. :147-170.

Miranda, M. & A. Cuéllar. 2002. Manual de Prácticas de laboratorio. Farmacognosia y Productos Naturales. Universidad de La Habana. Instituto de Farmacia y Alimentos. Ciudad Habana. pp. 41-52.

Murphy, S.; L. Wilkens; B. Henderson & L. Kolone. 2007. Flavonols and Pancreatic Cancer Risk. American Journal of Epidemiology 166(8): 924–931.

Nair, J.; A. Machocho; W. Campbell; R. Brun; F. Viladomat; C. Codina &J. Bastida. 2000. Alkaloids from *Crinum macowanii.* Phytochemistry. 54(8):

945-950.

Nkanwen, E. R. S.; D. Gasting; D. Ngamga; S. P. C. Fodouop &P. Tane. 2009. Antibacterial agents from the leaves of *Crinum purpurascens* herb (Amaryllidaceae). Afr Health Sci. 9(4):264-269.

Ode, O. J.; C. O. Nwaehujor & M. M. Onakpa. 2010. Evaluation of antihaemorrhagic and antioxidant potentials of *Crinum jagus* bulb. Int J Appl Biol Pharm Technol. 1(3): 1330-1336.

Oloyede, G. & R. Yunus. 2011. Preleminary anticonvulsant Screening of *Crinum ornatum* Bulb Extrac. African J. Basic & Appl. Sci. 3(5): 235-238.

OMS. 2002. Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2002-2005. Ginebra.

Patel, J. B.; R. D. Dangar; R. R. Dangar; B. H. Patel; D. R. Parmar & K. N. Shah. 2010. A Review: *Crinum asiaticum*. Int. J Pharm. App Sci. 1(2): 25-28.

Sener, B.; I. Orhan & J. Satayaviva. 2003. Antimalarial activity screening of some alkaloids and the plant extracts from Amaryllidaceae, 17 (10): 1220-3.

Shilpa, K.; R. Harish & B. Krishnaveni. 2012.Anti-inflammatory Activity of *Crinum defixum* Ker-Gawl. IJPSDR. 4(2): 147-149

Torres, K. 2013. Obtención de extractos, aislamiento y caracterización de metabolitos secundarios de P*assiflora cumbalensis, P. manicata* y *P. indecora* con actividad citotóxica. Tesis. Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador.

UNIDO. 2006. El futuro de los productos andinos en la región alta y los valles centrales de los andes: Plantas medicinales. Informe ROADMAPPING PERÚ. Disponible en: http://www.unido.org/fileadmin/import/69929_Informe__Informe_nacional__PERU.pdf.

Valencia, C. 1995. Fundamentos de fitoquímica. Edit. Trillas. México DF. México.

Villar, A. 1999. Farmacognosia General. Ed. Síntesis. España. 1999. pp: 136-267.

Anexo



Anexo 1. A. Ejemplar de *Clinanthus microstephium*; B. Recolecciòn de *Clinanthus microstephium*; C. Bulbo con raices de *Clinanthus microstephium*; D. Bulbo de *Clinanthus microstephium*; E. Polvo de bulbos de *Clinanthus microstephium* (Fotografías *M. Soto*).



Anexo 1. A. Ejemplar de *Ismene amancaes*; B. Recolecciòn de *Ismene amancaes*; C. Recolecciòn de *Ismene amancaes*; D. Bulbos con raíces de *Ismene amancaes*; E. Bulbos de *Ismene amancaes*; F. Polvo de bulbos de *Ismene amancaes* (Fotografías: A, B, D, E y F, *M. Soto*; C, *S. Leiva*, HAO).

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

PERFIL EDITORIAL

Arnaldoa es una publicación abierta a trabajos científicos originales y revisiones de botánica pura o aplicada en sus diversas áreas: Sistemática y taxonomía de plantas avasculares y vasculares, morfología, citología y genética, corología y ecología, etnobotánica, biología reproductiva, estructura y desarrollo, microbiología y parasitología, ficología, micología, zoología.

La edición de los artículos se efectúa en 4 etapas:

1. Evaluación de la calidad y presentación del manuscrito original a cargo del Comité Editorial. Los artículos que no se ajusten a las normas editoriales serán devueltos antes de evaluar su contenido.

2. Evaluación del fondo o contenido del manuscrito a cargo de dos árbitros anónimos no pertenecientes al equipo editorial; posteriormente, se informa al autor el resultado de la evaluación (aceptación, correcciones a introducir en el texto o su desaprobación).

3. Evaluación de la forma o corrección de estilo a cargo del Comité Editorial.

4. Revisión de las pruebas de imprenta a cargo del autor y Comité Editorial. Se recomienda a los autores poner énfasis en la redacción, sintaxis, ortografía, citas y referencias bibliográficas, nombres científicos y abreviaturas de los autores.

La extensión podrá ser hasta de veinte páginas impresas, incluidas figuras y tablas; la dirección de la revista considera posibles excepciones.

PAUTAS DE ESTILO

1. Instrucciones generales

-Los manuscritos pueden ser escritos en idioma español, portugués o inglés en letra Times New Roman a 12 puntos, doble espacio, con márgenes 2,5 cm, en una sola cara de la hoja tamaño A4. Numerar páginas e ilustraciones.

-Se envían tres copias impresas de los originales a la redacción de la Revista. En esta instancia, se incluye sólo buenas copias de las ilustraciones (no los originales). Una vez aceptado el trabajo, debe ser enviado en un CD o Correo electrónico.

-Los artículos incluyen: Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos, Literatura citada.

2. Estilo

-Se alinea el texto a la izquierda, sin sangrías, centrados o justificados, evitando subrayados, cursivas (excepto para los nombres científicos) y, en lo posible, llamadas a pie de página.

-Las palabras deben ir separadas por un solo espacio.

-En caso de que hubiera tablas o cuadros, comenzarlos en página separada, con un corte de página. Se citan las figuras y tablas en el texto (Fig. 1).

-Los patronímicos (en autores, referencias bibliográficas, siglas, material estudiado) van en minúsculas.

-Las citas en idiomas extranjeros y nombres vernáculos llevan comillas.

-Los taxones genéricos e infragenéricos se escriben en cursiva; las siglas son citadas solamente la primera vez que se la menciona.

3. Primera página

-El título debe ser breve y conciso, escrito con minúsculas y sin punto final. Si corresponde, entre paréntesis se incluye el nombre de la Familia o División. Se sugiere un título abreviado para el titulillo.

-Se cita a continuación el o los autores e inmediatamente por debajo se indica lugar de trabajo, dirección postal y electrónica.

-Se acompaña un resumen en español y otro en inglés (abstract), que no superen las 250 palabras, escritas en un párrafo independiente. Tanto el resumen y el abstract consisten en un único párrafo (sin puntos aparte). En ambos resúmenes se añaden hasta 10 palabras clave complementarias al título.

4. Abreviaturas

-Los autores de los taxones deben ser abreviados de acuerdo con "Authors of Plants Names" (Brummit & Powell, 1992) o en la web:

http//cms.huh.harvard.edu//databases/botanist_index.html

-Los libros se abrevian de acuerdo con "Taxonomic Literature", 2da Edición; las publicaciones periódicas según BPH ("Botánico-Periodicum-Huntianum", 1969) y BPH/S ("Botanico-Periodicum-Huntianum/Suplementum", 1991), ambas en la web.

http//cms.huh.harvard.edu//databases/publication_index.html

-Los Herbarios se abrevian según Thiers, B. [continuamente actualizada]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium.

http://sweetgum.nybg.org/ih/ (accedido en septiembre de 2013).

-Las unidades de medida, los acrónimos y los puntos cardinales no llevan punto.

5.Tratamientos taxonómicos

5.1. Las claves serán dicotómicas.

5.2. Descripciones de especies nuevas:

Previa a la descripción, se coloca el nombre, en negrita y cursiva, seguido por el nombre o sigla del autor; a continuación se indica el tipo de novedad que se propone (sp. nov., comb. nov., entre otras). Al final se debe hacer referencia a la ilustración, si existiera (ver ejemplo). Luego, se comienza indicando el material tipo, y entre paréntesis la sigla (o siglas) del herbario (s) donde se halla (n) depositado (s).

Ejemplo:

Larnax macrocalyx S. Leiva, E. Rodr. & Campos sp. nov. (Fig. 2)

TIPO: PERÚ. **Dpto. Cajamarca**. Prov. San Ignacio; Distrito Tabaconas, Caserío La Bermeja, La Bermeja-Huaquillo, 1700-1940 m, 20-XI-1997, *E. Rodríguez & R. Cruz 2052* (Holótipo: HUT; Isótipos. AMAZ, CONN, CORD, F, HAO, M, MO, MOL, NY, USM).

A continuación, se comienza en párrafo aparte, la diagnosis en inglés o en latín y en cursiva.

En párrafo aparte, se escribe la descripción detallada en idioma vernáculo, seguido en párrafo aparte: nombre vulgar, especímenes adicionales examinados, comparación con las especies afines, distribución y ecología, fenología, estado actual, etimología, usos.

Los taxones nuevos para la ciencia deben estar ilustrados, sobre todo en lo que respecta a sus caracteres diagnósticos y en lo posible un mapa de distribución y claves taxonómicas.

5.3. Especies ya descritas:

Se consigna el nombre de la especie (en negrita y cursiva) seguido por el nombre o sigla del autor (es) y la cita bibliográfica; a continuación se coloca el basónimo si correspondiera. Siguen inmediatamente los datos del material TIPO, empleando

signos de admiración si el material fue visto o revisado (Ej. NY!). En párrafo aparte se indican los sinónimos. Ejemplo:

Nasa carunculata (Urb. & Gilg) Weigend, comb. nov. Arnaldoa 5 (2): 1998. Basónimo, *Loasa carunculata* Urb. & Gilg, Nova Acta Caes. Leop. Carol. German. Nat. Cur. 76: 243-1900.

TIPO: Perú: [Prov. Desconocida] *Lobb 358* (Holótipo: K!, fotografía F!, neg. nr, 495).

= *Loasa vestita* Killip, Journ. Wash. Acad. Science 19: 194, 1929. TIPO: PERÚ. **Dpto. Ayacucho**, Prov. Huanta, al Norte de Huanta, cerca de Huayllay, 3500-3600 m, *Weberbaueri 7591* (Holótipo US!; Isótipos: k!, F!, NY!, BM!, S!, MO!).

En párrafo aparte, se escribe la descripción detallada en idioma vernáculo, seguido en párrafo aparte, nombre vulgar, especímenes examinados, comparación con las especies afines, distribución y ecología, fenología y usos. Etimología es solo para especies nuevas.

6. Especímenes adicionales examinados

-Si el material examinado es abundante, se citan solamente los ejemplares más representativos (por su fenología, distribución, entre otros) en el texto.

-En el texto, los especímenes se citan luego de la descripción, de acuerdo al siguiente orden: PAÍS (en mayúsculas). Departamento/ Estado (Dpto./Edo, en negrita), Provincia, localidad, altitud (m), fecha (el mes en números romanos: 10-X-2013), colector y número de colección (en cursiva). Seguidamente se indica entre paréntesis la sigla del o de los herbarios donde se hallan los ejemplares. Finalmente y entre comillas se anotan las observaciones del colector. Se separan los ejemplares contiguos mediante punto y guión. Las grandes unidades geográficas tales como continentes o subcontinentes son separadas; dentro de ellas, los países se ordenan de norte a sur y de oeste a este, constituyendo cada uno un párrafo independiente.

-Los Estados, Departamentos y Provincias de un mismo país se ordenan alfabeticamente y se agrupan en párrafos. Ejemplo:

PERÚ. **Dpto. Amazonas**, Prov. Chachapoyas, Leymebamba, alrededores de Laguna de los Cóndores, 2500-2600 m, 16-VIII-1998. *V. Quipuscoa et al. 1241,* "abundante" (CONN, CORD, F, HAO, HUT, MO).

7.Literatura citada

-Se incluyen solo las publicaciones de los trabajos mencionados en el texto.

-Los autores se escriben en negrita y se ordenan alfabeticamente, si existieran varios trabajos del mismo autor, se citan en orden cronológico, adjuntando las letras a, b, c, cuando corresponda.

-Si el número de autores es mayor de dos, agregar *et al.* al primero de ellos cuando sean citados en el texto; sin embargo, todos los autores deben figurar en la bibliografía general.

-Las citas en el texto se efectúan según los siguientes modelos: Weigend (1998); según Weigend (1998); Weigend (1998: 162); (Weigend, 1998); Weigend (1998; 2002); Weigend & Rodríguez (2002); Weigend & Rodríguez (2002: 07); (Weigend & Rodríguez, 2002); Weigend *et al.,* 1998; (Weigend *et al.,* 1998) cuando son 3 ó más autores; (Visión & Dillon, 1996; Dillon, Leiva & Quipuscoa, 2007; Leiva & Barboza, 2009).

Ejemplo:

D'Arcy, W.G. 1986. The genera of

Solanaceae and their types. Solanaceae Newsletter 2 (4): 10-33.

Hunziker, A. T. 1979. Estudios sobre Solanaceae; A synoptic survey, pages: 49-85. *In* J. C. Hawkes; R. L. Lester & A. D. Skelding. Editors. Solanaceae Biology and Taxonomy Academic London Press. London.

Mione, T. & F. C. Coe. 1992. Two new combinations in Peruvian *Jaltomata* (Solanaceae). Novon 2: 383-384.

Weigend, M. & E. Rodríguez. 1998. Una nueva especie de *Mentzelia* (Loasaceae) procedente del Valle Marañón en el Norte del Perú. Arnaldoa 5(1): 51-58.

Dillon, M. O.; Y. Tu; A. Soejima; T. Yi; Z. Nie; A. Tye & J. Wen. 2007. Phylogeny of *Nolana* (Nolaneae, Solanoideae, Solanaceae) as inferred from granule-bound starch synthase i (GBSSI) sequences. Taxon 65: 1000-1012.

8.Ilustraciones

-Las fotografías, dibujos, mapas, gráficos, entre otros, individuales o agrupados se tratan como figuras (abreviatura: Fig.).

-Van en negrita y se enumeran consecutivamente con números arábigos, siguiendo el orden con que aparecen en el texto. Cada uno de los elementos es identificado con letras mayúsculas de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo; selecciona el tamaño de las letras de modo que, reducidas al formato (caja) de la revista, midan 3 mm.

-Las dimensiones se indican mediante escalas; se recomienda que todas las escalas de una ilustración se ubiquen en la misma posición preferentemente a la derecha (vertical u horizontal).

-Todas las ilustraciones deben ser de calidad; las fotografías deben ser a color o en blanco y negro, en papel liso (brillante) o digitalizados en alta resolución (mayor a 300dpi o ppp, archivos TIF o JPG), y buen contraste; si varias fotografías componen una figura, se las separa mediante un filete blanco que, reducido al tamaño de la caja, no supere de 1 mm de ancho.

-Presentar dibujos y mapas en tinta china o impresos en laser; los mapas tienen el norte (N) hacia arriba, con al menos dos marcas de latitud y de longitud y una escala en kilómetros. Se recomienda especialmente para trabajos anatómicos y morfológicos evitar repetir dibujos de cortes con micrografías; solo en casos conflictivos puede existir esta doble documentación. Asimismo, los esquemas diagramáticos deben respetar estrictamente el plano del corte.

-No se debe reunir en una misma figura fotografías y dibujos.

-El tamaño máximo de las ilustraciones (incluidas las leyendas) es el del tamaño del formato del texto (caja), o sea 20 cm, (alto) x 14 cm (ancho); de ser mayores, para reducirlas, se debe respetar la misma proporción.

-También se aceptan medias láminas transversales y/o verticales, las que deben respetar el ancho del formato (caja). Indican las medidas mediante escalas.

-Las leyendas de las ilustraciones se anotan en hoja aparte, indicando el nombre del material ilustrado y su número de referencia.

-Las figuras deben ser montadas sobre cartón (apenas adheridas, para que puedan despegarse) y protegidas con papel transparente; en el dorso del soporte deben anotarse el número de la figura, el nombre del autor y el título abreviado del trabajo.

-Las ilustraciones originales deben ser

enviadas junto con la versión definitiva del manuscrito.

Énfasis en las tablas, cuadros, los mismos que deben ser realizados en Excel o afines.

9.Separados

Cada autor recibe el pdf; además, puede solicitar a su cargo un número adicional, en el formulario impreso que se le hará llegar junto con la aceptación del trabajo.

Dirigir correspondencia a:

Director

Revista ARNALDOA

Museo de Historia Natural y Cultural

Universidad Privada Antenor Orrego

Casilla Postal 1075

Av. América Sur 3145

Urb. Monserrate, Trujillo, PERÚ

Telf. +51 (044) 604462

Email: museo@upao.edu.pe

La Revista **ARNALDOA** correspondiente al primer semestre del
año 2015, se terminó de imprimir el 28 de Junio del 2015
en los talleres gráficos de Inversiones Gráficas G & M S.A.C.,
Calle San Martín 674, Trujillo - Perú.
Teléfono 044 - 223347
littonseo4@hotmail.com

Revista del Museo de Historia Natural y Cultural

ARNALDOA

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Volumen 22(1): enero - junio 2015

CONTENIDO / CONTENTS

Continua en el interior de la cubierta / Continued on inside back cover



UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FONDO EDITORIAL

enero - junio 2015
ARNALDOA
Volumen 22(1) 9 - 288 pp